

Artículos originales

Relación entre la onda "A" del apexcardiograma y la contribución auricular al llenado ventricular izquierdo. *

(Revisión crítica de la "patada" auricular)

SERGIO BRANDI PIFANO**, JOSHUA WYNNE***, GUILLERMO LAXAGUE****

* Trabajo realizado en el "Noninvasive Cardiac Lab" del Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts

** Research Fellow. Noninvasive Cardiac Lab. Brigham and Women's Hospital, Boston. Profeso Asistente, Cátedra de Clínica Cardiológica. Escuela de Medicina Luis Razetti. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.

*** Director Noninvasive Cardiac Lab. Brigham and Women's Hospital. Boston. Assistant Profesor of Medicine. Harvard Medical School. Boston. Massachusetts. USA

**** Profesor Asociado. Jefe de Cátedra de Matemática y Estadística. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.

Trabajo recibido para su publicación: 2/86. Aceptado: 4/86

Dirección para separatas: Facultad de Medicina - Universidad Central de Venezuela

La relación entre la onda "A" grande del apexcardiograma y la contribución auricular al llenado ventricular izquierdo se estableció ecocardiográficamente en dos grupos de 20 pacientes cada uno, con relación a/H mayor de 0,15 en el apexcardiograma y con cavidad ventricular izquierda normal y dilatada, respectivamente. Doce sujetos normales constituyeron el grupo control. Índices no invasivos de función ventricular sistólica, propiedades diastólicas del ventrículo y contribución auricular al llenado ventricular izquierdo fueron correlacionados entre los dos grupos de pacientes y el grupo control. Los resultados demuestran: 1) No existe relación entre la onda "A" grande del apexcardiograma y la función ventricular sistólica. 2) Los pacientes con onda "A" grande en el apexcardiograma tienen disminución de la distensibilidad ventricular izquierda. 3) Los pacientes con onda "A" grande en el apexcardiograma y cavidad ventricular izquierda normal tienen aumento de la contribución auricular al llenado. 4) Los pacientes con onda "A" grande en el apexcardiograma y cavidad ventricular izquierda dilatada no tienen aumento de la contribución auricular al llenado. Se analizan y discuten las bases fisiopatológicas que permiten explicar la diferencia en la contribución auricular al llenado, cuando hay onda "A" grande en el apexcardiograma con cavidad ventricular izquierda normal y dilatada.

La onda "A" grande en el apexcardiograma, calculada en relación con la altura total del mismo (a/H), fue inicialmente interpretada como manifestación de aumento en la presión diastólica final del ventrículo izquierdo.¹⁻⁴ Posteriormente Voigt y Friesinger,⁵ pese a que sus pacientes con relación a/H aumentada tenían siempre elevada la presión diastólica final, encontraron baja correlación entre los dos índices ($r = +0,57$) debido a la presencia de pacientes con presión diastólica final elevada y relación a/H normal. En esos pacientes el tamaño de la onda "A" de la curva de presión intraventricular no estaba aumentada. La correlación de los autores entre las ondas "A" grandes del apexcardiograma y de la curva de presión intraventricular fue muy significativa ($R = +0,81$).

La onda "A" grande en el apexcardiograma y en la curva de presión del ventrículo izquierdo ha sido generalmente atribuida al aumento de la contribución auricular al llenado ventricular (patada auricular) como consecuencia de una disminución de la distensibilidad ventricular diastólica.⁶⁻⁸ Hay fuertes evidencias que sustentan la presencia de disminución de la distensibilidad ventricular diastólica cuando existe onda "A" grande en el apexcardiograma⁹ y en la curva de presión intraventricular izquierda.^{10,11} Sin embargo, dependiendo de la forma y el nivel de la curva de volumen-presión diastólica donde opere el ventrículo, no

necesariamente coexiste siempre un aumento de la contribución auricular al llenado ventricular. Ambrose y colaboradores,¹² mediante el registro simultáneo del ecocardiograma y la presión del ventrículo izquierdo, en un grupo de 16 pacientes con hipertrofia ventricular izquierda y onda "A" grande en el trazo de presión, demostraron que cuatro de ellos no tenían aumento de contribución auricular al llenado ventricular.

El presente trabajo fue realizado con el objeto de correlacionar la onda "A" grande el apexcardiograma, en pacientes con ventrículo izquierdo de tamaño normal y dilatado, con índices que cuantifican la contribución auricular al llenado ventricular. Se determinaron y correlacionaron también índices que evalúan la función o propiedades diastólica y sistólica del ventrículo.

MATERIAL Y METODO

Se revisaron en forma retrospectiva los estudios no invasivos de muy buena calidad que tuviesen ecocardiograma modo M y apexcardiograma simultáneo con fonocardiograma. Todos los estudios habían sido realizados por medio de un equipo "Trex System II". Los ecocardiogramas fueron registrados a 50 mm/seg de velocidad y con transductor de 10 mm de diámetro y 2,25 mHz. Los apexcardiogramas fueron registrados a 100 mm/seg de velocidad con el paciente en decúbito lateral izquierdo y sosteniendo el transductor con la mano en el punto de máximo impulso. Fonocardiograma simultáneo fue localizado inmediatamente por dentro del ápex. Se descartaron los estudios con evidencia de enfermedad valvular mitral reumática y/o trastorno de la motilidad del septum interventricular.

Se estructuraron tres grupos de pacientes:

Grupo 1: Doce pacientes con historia clínica, radiología de tórax, electrocardiograma de reposo y esfuerzo, intervalos sistólicos, apexcardiograma y ecocardiograma modo M sin ninguna evidencia de cardiopatía.

Grupo 2: Veinte pacientes con relación a/H mayor de 15% en el apexcardiograma y ventrículo izquierdo de tamaño normal.

Grupo 3: Veinte pacientes con relación a/H mayor de 15% en el apexcardiograma y ventrículo izquierdo dilatado. El tamaño del ventrículo izquierdo se determinó mediante el índice del diámetro diastólico ecocardiográfico de esa cavidad. Mayor de 3,2 cm/m² fue considerado ventrículo izquierdo dilatado.

La Tabla 1 muestra el diagnóstico, edad, sexo, índice del diámetro diastólico y grosor de la pared posterior del ventrículo izquierdo de los tres gru-

Tabla 1

Grupo 1	Diagnóstico	Edad	Sexo	Índice Dd	Grosor PP
1. GL	Cor. sano	27	M	2,7	8
2. JM	Cor. sano	31	M	3,0	7
3. AP	Cor. sano	30	M	2,6	6
4. BN	Cor. sano	36	M	2,7	10
5. GL	Cor. sano	28	M	2,6	7
6. TG	Cor. sano	36	M	2,7	7
7. GG	Cor. sano	36	M	3,0	8
8. JL	Cor. sano	26	M	2,7	6
9. JC	Cor. sano	29	M	2,7	10
10. CH	Cor. sano	53	M	2,7	8
11. DL	Cor. sano	30	M	3,0	6
12. RA	Cor. sano	37	M	2,4	10
Grupo 2					
1. HB	E.S.H.I.	83	F	2,4	23
2. LP	E.S.H.I.	64	M	2,4	14
3. RS	H.A.S.	67	M	2,9	12
4. ED	E.V.Ao.	45	F	3,0	14
5. HH	E.S.H.I.	69	F	2,5	15
6. ED	E.V.Ao.	76	M	2,7	15
7. DP	E.S.H.I.	48	M	2,5	11
8. JA	H.A.S.	27	M	2,6	13
9. SG	H.A.S.	87	M	2,3	14
10. PT	E.S.H.I.	75	F	3,0	13
11. LT	H.A.S.	33	F	3,1	12
12. RK	E.V.Ao.	52	M	2,9	11
13. DC	E.S.H.I.	34	M	2,7	8
14. LG	E.V.Ao.	61	M	2,4	10
15. MO	E.V.Ao.	84	F	3,2	11
16. HC	H.A.S.	78	M	3,2	11
17. BL	H.A.S.	68	F	2,9	12
18. JS	H.A.S.	55	F	2,4	13
19. TR	H.A.S.	54	M	2,2	17
20. CL	E.V.Ao.	63	F	3,0	11
Grupo 3					
1. CL	R.Ao.	33	M	4,5	10
2. LW	R.Mitral	23	F	3,9	11
3. VD	Miocard.	12	M	4,7	10
4. MA	R.Mitral	67	F	3,6	8
5. GK	R.Ao.	87	M	3,9	10
6. DN	Miocard.	42	M	3,7	8
7. KA	R.Ao.	41	M	3,3	11
8. RH	C.Isquém.	52	M	3,3	9
9. EO	R.Ao.	64	F	3,9	10
10. GP	R.Ao.	78	F	3,7	9
11. LV	R.Ao.	79	F	3,6	13
12. JL	R.Ao.	69	M	3,6	12
13. WJ	R.Ao.	69	M	3,4	12
14. CJ	C.Isquém.	52	M	3,4	9
15. HR	R.Ao.	77	M	4,0	7
16. PA	C.Isquém.	63	M	3,9	10
17. SN	C.Isquém.	64	M	3,7	10
18. LA	C.Isquém.	71	F	3,5	6
19. AD	R.Ao.	69	M	4,6	10
20. TJ	R.Ao.	45	M	4,4	12

pos estudiados. Los dos últimos parámetros mencionados fueron calculados en el plano ventricular del ecocardiograma.

El grupo 1 está compuesto por 12 sujetos del sexo masculino sin evidencias de cardiopatía, con edad promedio y desviación típica de 33 ± 7 años.

Todos tienen índice del diámetro diastólico y grosor de pared posterior del ventrículo izquierdo menor de $3,3 \text{ cm/m}^2$ y de 12 mm respectivamente. Constituye el grupo control del estudio.

El grupo 2 está constituido por 11 pacientes del sexo masculino y 9 pacientes del sexo femenino. La edad promedio y desviación típica es de 61 ± 17 años. Desde el punto de vista diagnóstico hay 8 pacientes con hipertensión arterial sistémica, 6 con estenosis subaórtica hipertrófica idiopática y 6 con estenosis valvular aórtica. Aunque todos presentan sobrecarga de presión del ventrículo izquierdo, 7 tienen grosor de pared posterior menor de 12 mm. De ellos, dos corresponden al grupo con estenosis subaórtica hipertrófica idiopática, con severa hipertrofia septal asimétrica. Los cinco restantes no tienen evidencia ecocardiográfica de hipertrofia ventricular izquierda.

El grupo 3 está constituido por 14 pacientes del sexo masculino y 6 pacientes del sexo femenino. La edad promedio y desviación típica fue de 58 ± 20 años. Desde el punto de vista diagnóstico 13 pacientes tuvieron sobrecarga crónica del volumen del ventrículo izquierdo y 7 severa dilatación y disfunción ventricular sistólica. Las sobrecargas de volumen se debieron a regurgitación aórtica (11 casos) y a regurgitación mitral (dos casos). Los otros presentaron cardiopatía isquémica (cinco casos) y miocardiopatía (dos casos).

A todos los estudios se les calcularon los siguientes índices:

1. En el apexcardiograma

1.1. Relación a/H (a/H): como fue descrito por Benchimol y Dimond,¹³ el tamaño de la onda "A" se calculó en relación con la altura total del registro (H) y se expresó en porcentaje. La onda "A" se midió desde su inicio hasta su cima y la altura del registro entre los puntos "o" y "e". En los casos donde el punto "e" no estaba claramente definido se utilizó la altura total del registro apexcardiográfico (Fig. 1).

1.2. Relación a/D (a/D): De igual forma que Voigt y Friesinger,⁵ se calculó la relación entre el tamaño de la onda "A" y la altura diastólica total, medida entre el punto "o" y la cima de la onda "A". Se expresó también en porcentaje (Fig. 1).

1.3. Intervalo de relajación isovolumétrica (RIV): Se midió entre el inicio del componente aórtico del segundo ruido y el punto "o" del apexcardiograma^{6,7} (Fig. 1).

2. En el plano valvular mitral ecocardiográfico

2.1. Pendiente diastólica e-f valvular mitral (e-f mitral): Se midió la velocidad de la pendiente

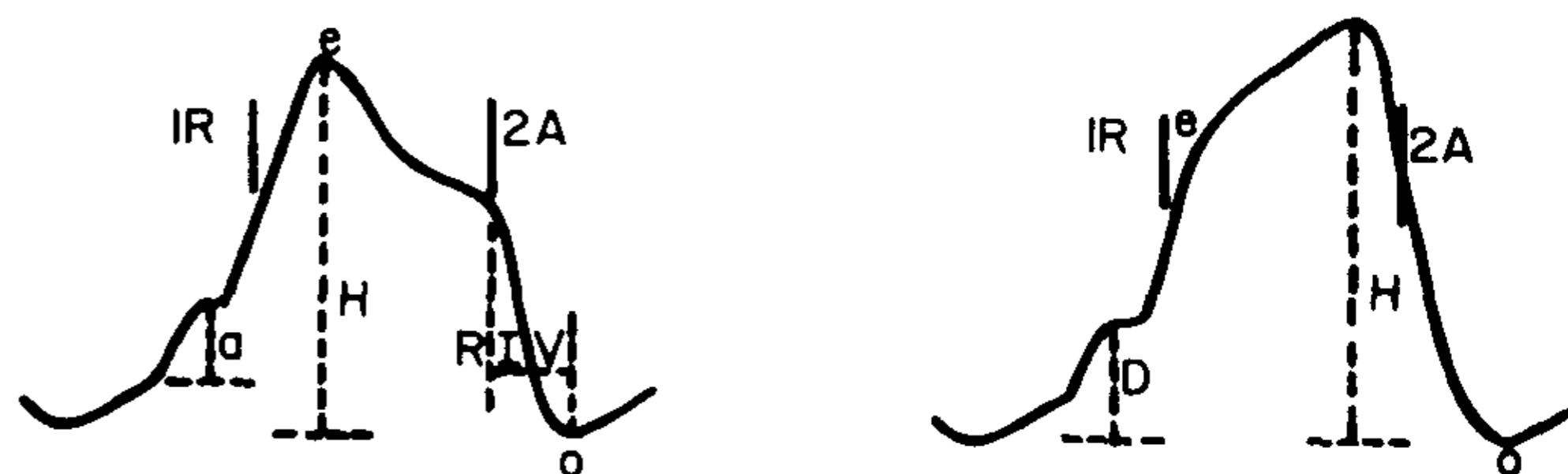


Fig. 1. Representación gráfica del apexcardiograma. Izquierda: fase sistólica normal. Derecha: fase sistólica sostenida. 1R: primer ruido; 2A: componente aórtico del segundo ruido; a: onda de llenado activo o auricular; e: final de la contracción isovolumétrica; o: final de la relajación ventricular total; H: deflexión total del registro; RIV: intervalo de relajación ventricular total; D: deflexión diastólica total (ver el texto).

diastólica entre los puntos "e" y "fo" de la valva anterior de la mitral. En los estudios sin punto "fo" se calculó con el punto "f" (Fig. 2).

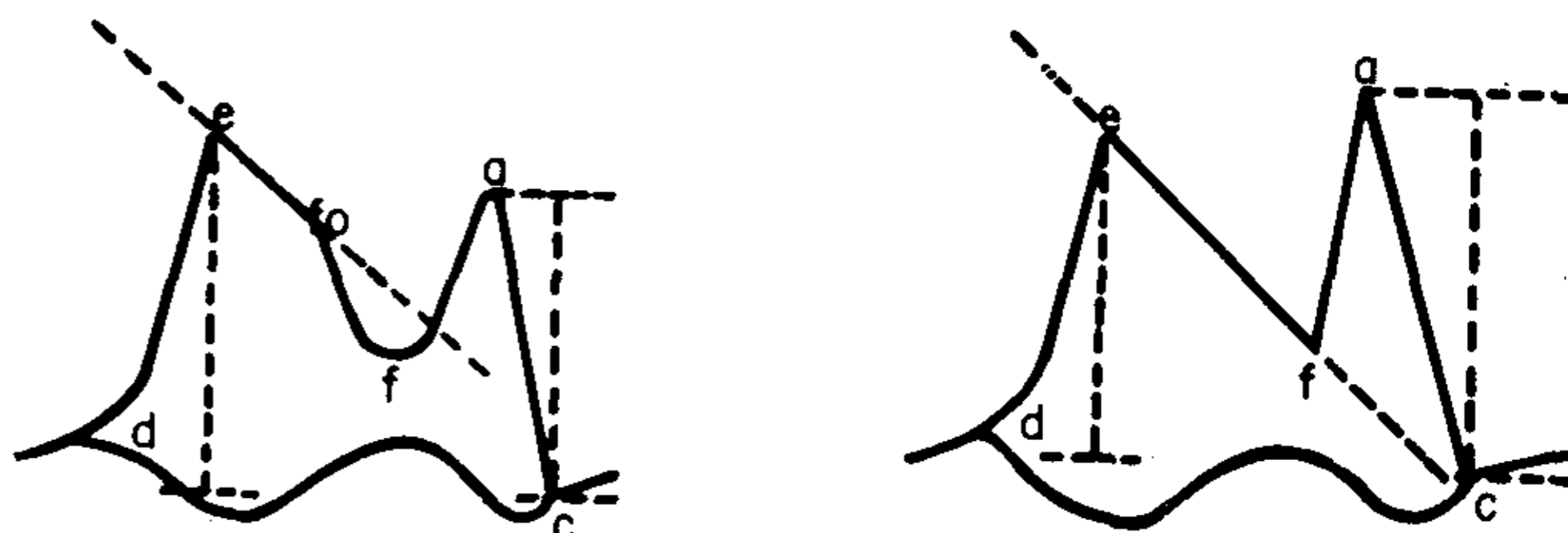


Fig. 2. Representación gráfica del ecograma valvular mitral. Izquierda: presencia de fo. Derecha: ausencia de fo. d: inicio de apertura valvular; e: máxima apertura valvular; fo: final del llenado pasivo rápido; f: final del llenado pasivo total; a: onda de llenado activo o auricular; c: cierre valvular (ver el texto).

2.2. Onda "A" valvular mitral ("A" mitral): Se calculó la relación entre el tamaño de la onda "A" de la valva anterior de la mitral y la altura entre los puntos "c" y "e". La onda "A" fue medida desde el punto "c" hasta su cima (Fig. 2). Se tomó el punto "c" como referencia, por ser más agudo y definido que el punto "d".

3. En el plano ventricular ecocardiográfico

3.1. Onda "A" ventricular izquierda ("A" VI): Se calculó con algunas variantes, según Ambrose y colaboradores.¹⁴ Se midió el diámetro diastólico ventricular antes y después de la expansión producida por el llenado activo, llamada onda "A". Se restó el diámetro pre "A" del diámetro post "A" y se calculó el porcentaje de la diferencia con respecto al diámetro pre "A". El diámetro pre "A", a diferencia de Ambrose y colaboradores,¹⁴ no fue medido al inicio de la onda "P" del electrocardiograma sino 80 milisegundos después, según lo reportado por Braunwald y colaboradores¹⁵ como el intervalo entre el inicio de la onda "P" del electrocardiograma y el inicio de la sístole auricular izquierda. Para el diámetro post "A" hubo dos situaciones de acuerdo a la separación o la fusión

de las expansiones producidas por el llenado activo y la contracción isovolumétrica. En el primer caso, como fueron la mayoría de nuestros estudios, se tomó el máximo diámetro a nivel de la onda "A", oscilando este punto entre el inicio del QRS y el pico de la onda "R" del electrocardiograma. En el segundo caso se tomó el pico de la onda "R" del electrocardiograma como punto de referencia izquierda y derecha respectivamente (Fig. 3).

3.2. Fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo (FAVI): Se sustrajo el diámetro sistólico del diámetro diastólico ventricular izquierdo y se dividió por el diámetro diastólico. Se multiplicó por 100 y se expresó en porcentaje.¹⁶

Todos los índices fueron medidos en tres ciclos cardíacos y se obtuvo el promedio. Las medidas ecocardiográficas fueron realizadas de acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía.¹⁷

El análisis estadístico para determinar la diferenciación significativa entre los grupos se realizó en base a la "t" de Student.

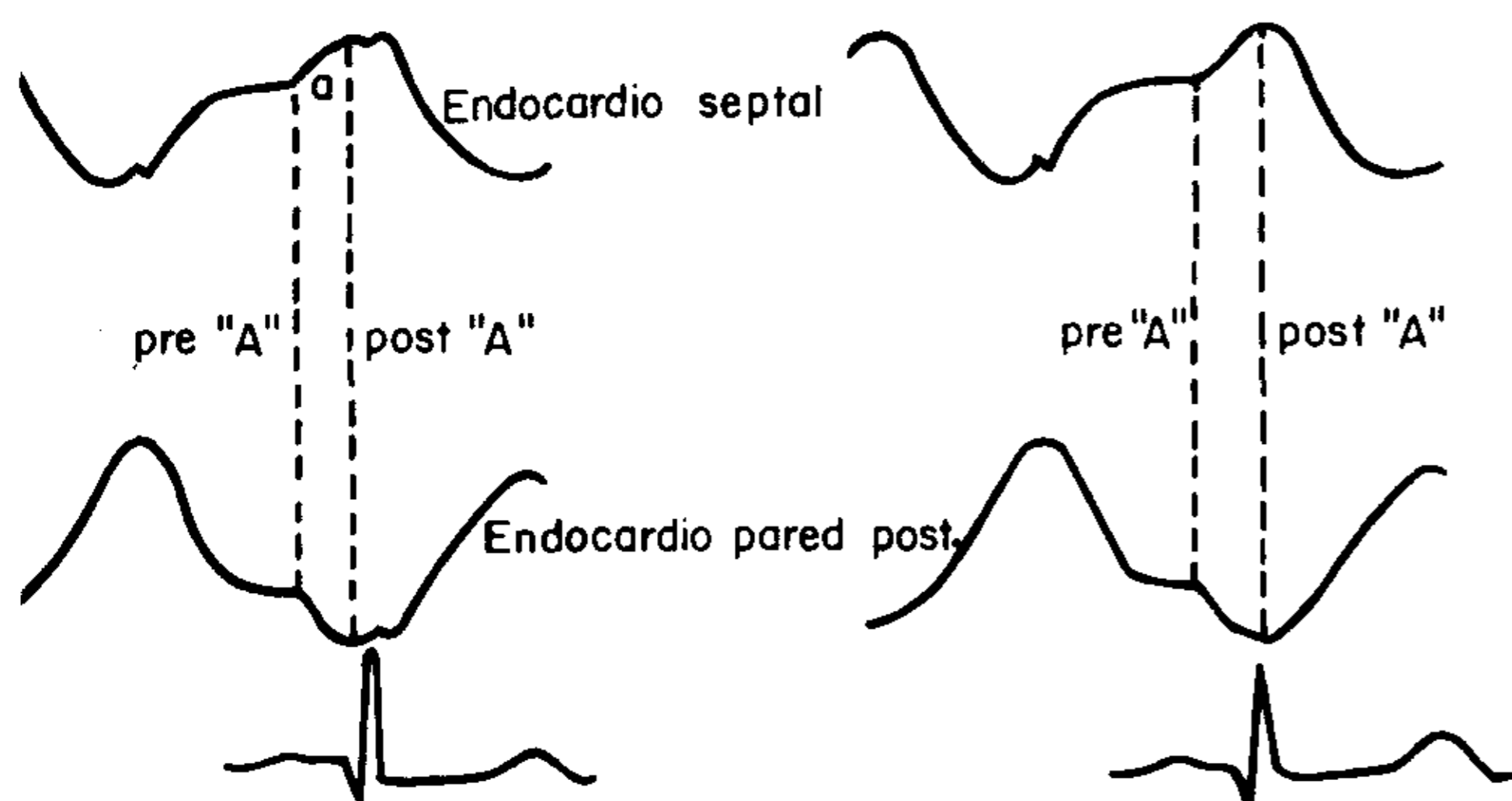


Fig. 3. Representación gráfica del ecograma de la cavidad ventricular izquierda. Endocardio septal. Endocardio pared posterior. Izquierda: expansión del llenado activo y de la contracción isovolumétrica separadas. Derecha: expansión del llenado activo y de la contracción isovolumétrica fusionadas. pre "A": diámetro ventricular previo al llenado activo; post "A": diámetro ventricular luego del llenado activo (ver texto).

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra los valores de todos los índices en cada uno de los pacientes de los tres grupos estudiados. La Tabla 3 muestra los valores promedios y desviación típica de cada índice en cada grupo estudiado. El asterisco (*) señala los índices con diferencia estadística significativa con respecto al grupo 1 de control.

Valores normales

Los promedios y desviación típica de los índices calculados en el grupo 1 de control y su relación con los reportados en la literatura es la siguiente: la relación a/H del apexcardiograma es de $6,3 \pm 2,8\%$,

lo cual se corresponde con los valores normales reportados.^{3,5-9,13} La relación a/D del apexcardiograma es de $30,33 \pm 11,17\%$ y concuerda con los valores normales de Manolas y colaboradores.¹⁸ El tiempo de relajación isovolumétrica es de $128 \pm 19,21$ milisegundos, ligeramente más prolongado que el hallado por otros autores y reportados por Manolas y Rutishauser.¹⁹ La pendiente diastólica e-f valvular mitral de $101,67 \pm 31,66$ mm/seg se corresponde con el rango normal reportado en la literatura respectiva.^{20,21} La fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo, de $34,58 \pm 3,09\%$, es igual al rango normal publicado por varios autores.²¹⁻²³ Con respecto a la onda "A" del ventrículo izquierdo, nuestros valores, de $6,72 \pm 1,96\%$, son más elevados que los reportados por Ambrose y colaboradores¹⁴ en normales. Creemos que ello se debe a la diferencia en los puntos de referencia que tomamos para el diámetro post "A". Ambrose y colaboradores¹⁴ tomaron siempre el pico de "R" del electrocardiograma para ese diámetro y ello no se corresponde siempre con el máximo diámetro de la expansión producida por el llenado activo. La onda "A" valvular mitral mostró un promedio de $76,75 \pm 5,43\%$. No encontramos en la literatura reportes con esta forma de medir la onda "A" de la válvula mitral y por lo tanto no podemos comparar nuestros valores normales.

Onda "A" del apexcardiograma y distensibilidad ventricular diastólica

Como fue mencionado en la introducción, existe acuerdo general desde hace mucho tiempo en que el aumento de la onda "A" del apexcardiograma traduce una disminución de la distensibilidad ventricular diastólica. Más recientemente, Manolas y colaboradores¹⁸ reportaron que la relación a/H del apexcardiograma no tuvo buena correlación con la distensibilidad ventricular diastólica específica ($R = +0,53$), mientras que la relación a/D mostró alta correlación ($R = +0,87$). Por otra parte, Ambrose y colaboradores¹² señalan que los pacientes con onda "A" grande en la curva de presión intraventricular al llenado no tienen aumento de la rigidez ventricular diastólica final. Debido a esos reportes consideramos conveniente, a los fines de nuestro trabajo, investigar tres índices no invasivos que han sido utilizados para valorar las propiedades diastólicas del ventrículo izquierdo: el intervalo de relajación isovolumétrica (RIV), la relación a/D del apexcardiograma (a/D) y la pendiente diastólica e-f valvular mitral (e-f mitral). Con respecto a la RIV no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1, 2 y 3. Los promedios y desviación típica para

Tabla 2

Grupo 1	a/H	a/D	RIV	e-f Mitral	"A" Mitral	"A" VI	FAVI
1. GL	5	27	125	80	78	6,66	35
2. JM	3	12	115	114	75	8,69	36
3. AP	5	43	147	140	83	6,12	31
4. BN	7	27	130	94	61	8,00	37
5. GL	10	38	120	72	80	3,92	38
6. TG	6	18	90	140	80	8,69	34
7. GG	10	36	133	71	78	5,66	29
8. JL	4	38	130	72	78	4,25	39
9. JC	6	23	118	106	75	9,09	33
10. CH	2	17	170	75	79	9,09	37
11. DL	11	39	122	164	77	6,25	35
12. RA	7	46	137	92	77	4,25	31
<i>Grupo 2</i>							
1. HB	34	97	210	18	100	16,66	49
2. LP	20	77	175	18	100	13,63	48
3. RS	24	96	140	12	100	14,28	61
4. ED	23	61	102	25	100	8,51	31
5. HH	24	66	100	26	84	14,28	46
6. ED	25	70	110	73	72	14,58	45
7. DP	35	108	130	20	83	8,69	40
8. JA	18	48	122	60	71	19,04	44
9. SG	17	40	130	16	100	12,50	36
10. PT	30	66	147	00	81	10,00	55
11. LT	27	96	140	31	78	7,89	37
12. RK	35	145	140	71	80	7,14	23
13. DC	22	86	250	33	91	8,88	47
14. LG	32	60	162	40	104	10,42	45
15. MO	21	79	157	20	107	10,52	36
16. HC	18	68	180	68	100	10,20	33
17. BL	17	63	120	91	84	12,76	34
18. JS	22	63	120	29	91	21,87	38
19. TR	21	64	170	58	80	7,69	45
20. CL	29	91	110	50	105	15,00	37
<i>Grupo 3</i>							
1. CL	17	33	125	79	50	6,34	25
2. LW	20	62	133	120	56	3,17	51
3. VD	19	56	100	12	67	3,03	8
4. MA	24	112	150	48	93	7,69	46
5. GK	20	48	110	55	78	5,08	29
6. DN	16	53	128	42	58	2,56	14
7. KA	27	47	130	33	69	2,73	37
8. RH	23	85	118	47	70	1,75	22
9. EO	42	97	92	30	95	3,33	26
10. GP	35	54	152	35	100	8,16	36
11. LV	21	129	125	18	100	8,51	33
12. JL	24	51	105	48	87	7,27	34
13. WJ	34	57	126	30	77	5,71	39
14. CJ	17	38	116	96	88	2,70	12
15. HR	32	72	132	42	77	6,15	25
16. PA	21	61	120	85	73	3,33	13
17. SN	19	31	122	107	71	2,81	15
18. LA	20	99	118	44	75	7,27	27
19. AD	17	67	128	64	67	0,62	6
20. TJ	20	66	150	130	76	5,19	26

cada grupo en milisegundos fueron de $128 \pm 19,21$, $145,75 \pm 37,73$ y $124 \pm 15,67$ respectivamente. Por el contrario, la relación a/D del apexcardiograma y la pendiente e-f mitral están alteradas con significación estadística en los grupos 2 y 3 con respecto al grupo 1 de control, en el sentido de disminución de la distensibilidad ventricular diastólica. La relación a/D para los grupos 2 y 3 es de $77,20 \pm 23,70\%$

y $65,90 \pm 26,23\%$, en comparación con el grupo 1, con $30,33 \pm 11,17\%$. La pendiente e-f mitral para los grupos 2 y 3 es de $37,95 \pm 24,68$ mm/seg y $58,25 \pm 33,68$ mm/seg, en comparación con el grupo 1, con $101,67 \pm 31,66$ mm/seg. Los valores alterados de estos índices encontrados en los grupos 2 y 3 concuerdan con las cifras patológicas reportadas por Manolas y colaboradores¹⁸ en la rela-

Tabla 3
Promedios y desviación típica

	a/H	a/D	RIV	e-f Mitral	"A" Mitral	"A" VI	FAVI
GRUPO 1	6,33 % ± 2,83	30,33 % ± 11,17	128 mseg ± 19,21	101,67 mm ± 31,66	76,75 % ± 5,43	6,72 % ± 1,96	34,58 % ± 3,09
GRUPO 2	*24,70 % ± 5,98	*77,20 % ± 23,70	145,7 mseg ± 37,73	*37,95 mm ± 24,68	*90,55 % ± 11,56	*12,23 % ± 3,98	*41,58 % ± 8,74
GRUPO 3	*23,40 % ± 7,08	*65,90 % ± 26,23	124 mseg ± 15,67	*58,25 mm ± 33,68	76,35 % ± 14,05	4,67 % ± 2,35	*26,20 % ± 12,37

a/H: Relación a/H del apexcardiograma; a/D: Relación a/D del apexcardiograma; RIV: Intervalo de relajación isovolumétrica; e-f Mitral: Pendiente diastólica e-f valvular mitral; "A" Mitral: Onda "A" valvular mitral; "A" VI: Onda "A" ventricular izquierda; FAVI: Fracción de acortamiento ventricular izquierda. * = Diferencia estadística significativa con respecto al grupo 1.

ción a/D del apexcardiograma y por diferentes autores en la pendiente diastólica e-f valvular mitral.^{20, 21}

Estos resultados sugieren que los pacientes con onda "A" grande en el apexcardiograma, tanto con ventrículo izquierdo de tamaño normal (grupo 2), como con ventrículo izquierdo dilatado (grupo 3), tienen disminución de la distensibilidad ventricular diastólica

Onda "A" del apexcardiograma y función ventricular dilatada

Para evaluar la función ventricular sistólica se estudió la fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo (FAVI) por ecocardiografía. En el grupo 2, excepto un paciente con estenosis valvular aórtica, todos tuvieron fracción de acortamiento por encima de 30%. Los pacientes con estenosis subaórtica hipertrófica idiopática, un paciente con feocromocitoma y uno con hipertensión arterial sistémica e insuficiencia renal crónica, tuvieron valores por encima del límite normal, en perfecta concordancia con el estado de "hipercontractilidad" que por diferentes causas tuvieron asociado. Debido a ello, el promedio y desviación típica de fracción de acortamiento en este grupo, de 41,58 ± 8,74%, resultó elevado, con significación estadística, en relación al grupo 1 de control.

El grupo 3 en conjunto tuvo una fracción de acortamiento (26,20 ± 12,37) significativamente disminuida en relación al grupo control. Este grupo fue dividido en dos subgrupos, según la fracción de acortamiento fuese menor o no del 30%. La Tabla 4 contiene el promedio y desviación típica de los índices estudiados en el grupo 1 de control y los subgrupos 3.1 y 3.2. Debe señalarse que, de los siete pacientes del subgrupo 3.2, cuatro tuvieron sobrecarga de volumen del ventrículo con fracción

de acortamiento en el rango normal, lo cual sugiere cierto grado de disfunción ventricular sistólica.

Los datos señalados confirman que la onda "A" grande en el apexcardiograma no guarda ninguna relación con la función ventricular sistólica y puede estar presente con función ventricular sistólica normal o aumentada, como en los pacientes del grupo 2, o con función ventricular sistólica disminuida, como en los pacientes del subgrupo 3.1.

Todos nuestros resultados hasta este momento confirman que la onda "A" grande del apexcardiograma expresa e implica disminución de la distensibilidad ventricular diastólica y no guarda ninguna relación con la función ventricular sistólica.

Onda "A" del apexcardiograma y contribución auricular al llenado ventricular

La onda "A" valvular mitral ("A" mitral) y del ventrículo izquierdo ("A" VI) del ecocardiograma fueron los índices utilizados para cuantificar la contribución auricular al llenado ventricular. Del análisis estadístico de los resultados de la Tabla 3 se observa que en el grupo 2 estos índices están aumentados respecto del control y no ocurrió así en el grupo 3. Las ondas "A" mitral y "A" VI del grupo 2 son de 90,55 ± 11,56% y 12,33 ± 3,98% versus 76,75 ± 5,43% y 6,72 ± 1,96% del grupo 1. En el grupo 3 son 76,35 ± 14,05 y 4,67 ± 2,35% respectivamente. En la Tabla 4 pueden observarse los valores de "A" mitral y "A" VI de los subgrupos 3.1 y 3.2. Con respecto a la onda "A" mitral no hay diferencias estadísticas significativas entre el grupo 1 y los subgrupos mencionados (76,75 ± 5,43%, 72,69 ± 11,55% y 83,14 ± 16,61% respectivamente). Puede observarse, sin embargo, que el subgrupo 3.2 tiene valores más elevados. En relación con la onda "A" VI, el subgrupo 3.1 tiene disminuido este índice, con significación estadística,

Tabla 4
Promedios y desviación típica

	a/H	a/D	RIV	e-f Mitral	"A" Mitral	"A" VI	FAVI
GRUPO 1	6,33 % ± 2,83	30,33 % ± 11,17	128 mseg ± 19,21	101,67 mm ± 31,66	76,75 % ± 5,43	6,72 % ± 1,96	34,58 % ± 3,09
GRUPO 3.1	*21,77 % ± 7,32	*62,00 % ± 22,28	120 mseg ± 14,46	*64,08 mm ± 33,53	72,69 % ± 11,55	● 3,86 % ± 1,97	● 19,08 % ± 7,95
GRUPO 3.2	*26,43 % ± 5,97	*73,14 % ± 33,05	132 mseg ± 16,03	*47,43 mm ± 33,66	83,14 % ± 16,61	6,18 % ± 2,38	39,43 % ± 6,65

a/H: Relación a/H del apexcardiograma; a/D: Relación a/D del apexcardiograma; RIV: Intervalo de relajación isovolumétrica; e-f Mitral: Pendiente diastólica e-f valvular mitral; "A" Mitral: Onda "A" valvular mitral; "A" VI: Onda "A" ventricular izquierda; FAVI: Fracción de aacortamiento ventricular izquierda. * = Diferencia estadística significativa con respecto al grupo 1. ● = Diferencia estadística significativa con respecto al grupo 1 y grupo 3.2.

cuando se lo compara con el grupo 1 de control o con el subgrupo 3.2. Estos datos sugieren que los pacientes del subgrupo 3.1 tienen disminuida la contribución auricular al llenado ventricular izquierdo.

Estos resultados sugieren que los pacientes del grupo 2 con onda "A" grande en el apexcardiograma y cavidad ventricular izquierda de tamaño normal, tienen aumento de la contribución auricular al llenado ventricular. Por el contrario, los pacientes del grupo 3 con onda "A" grande en el apexcardiograma y cavidad ventricular izquierda dilatada no tienen aumento de la contribución auricular al llenado ventricular, e incluso la tienen disminuida cuando coexiste disminución significativa de la función ventricular sistólica.

DISCUSION

Voigt y Friesinger,⁵ por medio de registros simultáneos de apexcardiograma y presión ventricular izquierda, demostraron que la relación a/H mayor de 0,15 en el apexcardiograma tiene alta correlación con la onda "A" grande de la curva de presión del ventrículo izquierdo ($R = +0,81$). Gibson y colaboradores,¹⁹ por medio de registros simultáneos de presión y ecocardiograma del ventrículo izquierdo, demostraron que pacientes con relación a/H mayor de 0,11 tenían muy buena correlación con aumento de la rigidez ventricular diastólica ($R = +0,87$). Más recientemente, Denef y colaboradores,²⁴ utilizando registros calibrados del ápex, precisaron que pacientes con sobrecargas del ventrículo izquierdo y onda "A" grande en el trazo de presión intraventricular, pueden tener aumento significativo de la onda sistólica del apexcardiograma (H), asociado al aumento de la onda "A", lo cual mantiene normal la relación a/H. Esto permite

explicar los casos con onda "A" grande en la curva de presión ventricular izquierda, de Voigt y Friesinger⁵ y Gibson y colaboradores,¹⁹ con relación a/H normal en el apexcardiograma. En consecuencia, el hallazgo de onda "A" grande en el apexcardiograma tiene la significación patognomónica de onda "A" grande en la curva de presión del ventrículo izquierdo, lo cual equivale, en otras palabras, a que el volumen de llenado activo produce un aumento patológico de presión intraventricular.

El aumento de la rigidez ventricular diastólica, o su relación inversa, la disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, es la causa fisiológica subyacente que produce aumento desproporcionado de presión intraventricular con la llegada del volumen del llenado activo. De lo anterior se desprende que la onda "A" grande en el apexcardiograma traduce e implica aumento de la rigidez, o disminución de la distensibilidad ventricular diastólica.⁶⁻⁸ La situación clínica frecuentemente asociada con disminución de la distensibilidad, o aumento de la rigidez ventricular diastólica, se manifiesta con curvas de volumen-presión diastólica desplazadas hacia arriba y a la izquierda.

El aumento de la rigidez, o disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, no depende sólo de la forma de la curva volumen-presión diastólica, sino también del nivel de esa curva a la cual está operando el ventrículo.²⁵ En consecuencia, el llenado activo puede producir un aumento patológico de presión intraventricular, no sólo en pacientes con curvas de volumen-presión desplazadas hacia arriba y a la izquierda, sino con curvas normales o desplazadas hacia abajo y a la derecha. Para ello sólo es necesario que el ventrículo opere en la porción empinada de esas curvas.

La insuficiencia mitral aguda por ruptura de la cuerda tendinosa, sin enfermedad subyacente del ventrículo izquierdo, presenta cuarto ruido izquierdo y onda "A" grande en el apexcardiograma,²⁶ con curva de volumen-presión diastólica normal operando en la parte empinada de la curva. Los estados circulatorios hiperquinéticos, como la insuficiencia hepática por alcoholismo²⁷ y el hipertiroidismo,⁷ pueden presentar onda "A" grande en el apexcardiograma por una situación fisiopatológica similar, es decir, la ubicación en la parte empinada de una curva volumen-presión diastólica normal. Por otra parte, la insuficiencia aórtica crónica que produce desplazamiento de la curva volumen-presión diastólica hacia abajo y a la derecha, en los estadios severos y avanzados alcanza la parte empinada de dicha curva, y el llenado activo genera gran aumento de presión, que se traduce con onda "A" grande en el apexcardiograma.²⁸

En conclusión, la onda "A" grande del apexcardiograma es la expresión clínica de una onda "A" grande en la curva de presión intraventricular izquierda. Esta situación se favorece y presenta en ventrículos con curvas de volumen-presión diastólica desplazadas hacia arriba y a la izquierda, pero en ciertas condiciones ocurre con curvas normales, y aun desplazadas hacia abajo y a la derecha.

De lo anterior resulta obvio que, con igual relación volumen-presión diastólica, a mayor amplitud del llenado activo, mayor será el aumento de presión intraventricular por él generado. Sin embargo, si un ventrículo trabaja en la parte más empinada de su curva volumen-presión diastólica, con un llenado activo de magnitud normal o incluso disminuido, puede generar gran aumento de presión intraventricular y por ende onda "A" grande en el apexcardiograma. Creemos que los resultados de nuestro trabajo confirman todos los planteamientos arriba señalados. El grupo 2 de pacientes, con onda "A" grande en el apexcardiograma y cavidad ventricular izquierda de tamaño natural, mostró disminución de la distensibilidad ventricular diastólica y aumento de la contribución auricular al llenado ventricular. Los pacientes de este grupo constituyen, en general, sobrecargas de presión del ventrículo izquierdo y la secuencia fisiopatológica desencadenada debemos suponer que haya sido: hipertrofia ventricular, desplazamiento de la curva volumen-presión diastólica hacia arriba y a la izquierda, disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, disminución del volumen de llenado ventricular pasivo rápido, aumento del volumen auricular para el momento de su polarización, aumento por Ley de Starling de la fuerza de contracción auricular, aumento del

volumen del llenado activo y aumento patológico de presión intraventricular al final de la diástole: onda "A" grande.

Como fue señalado en "material y método", hay cinco pacientes del grupo 2 sin evidencias ecocardiográficas de hipertrofia ventricular izquierda, cuatro con estenosis valvular aórtica y uno con hipertensión arterial sistémica. El hallazgo de onda "A" grande en el apexcardiograma de estos pacientes puede ser debido a la coexistencia de cardiopatía isquémica, lo cual podría explicar una disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, en ventrículos no dilatados y con ausencia de hipertrofia.⁶⁻⁸ En relación con el paciente con hipertensión arterial sistémica, creemos útil señalar que Wikstran y colaboradores²⁹ demostraron, en un porcentaje significativo de hipertensos, la presencia de onda "A" grande en el apexcardiograma sin evidencia electro y vectocardiográfica de hipertrofia ventricular izquierda. Los autores plantean que los pacientes hipertensos, en los estadios iniciales, tienen aumento de gasto cardíaco en forma significativa, por lo que el ventrículo sin alteración anatómica y estructural trabaja en la porción empinada de su curva normal de volumen-presión diastólica.

Los pacientes del grupo 3, con onda "A" grande en el apexcardiograma y ventrículo izquierdo significativamente dilatado, mostraron disminución de la distensibilidad ventricular diastólica y contribución al llenado ventricular no aumentada. La secuencia fisiopatológica desencadenada en estos pacientes debe haber sido: severa sobrecarga crónica de volumen y/o severa disfunción ventricular sistólica, desplazamiento de la curva volumen-presión diastólica hacia abajo y a la derecha, progresiva dilatación ventricular hasta alcanzar la porción empinada de la curva volumen-presión diastólica e incremento patológica de onda "A" en la curva de presión intraventricular izquierda sin aumento, e incluso con disminución de la contribución auricular al llenado ventricular.

La pendiente diastólica e-f valvular mitral ha sido muy bien correlacionada con la distensibilidad ventricular diastólica temprana.³⁰ El grupo 2 de pacientes muestra una clara tendencia (sin significación estadística) a tener mayor disminución de esta pendiente en relación al grupo 3. Si asociamos estos datos al hecho de que no hay diferencia entre los grupos 2 y 3 en la relación a/H del apexcardiograma y que el grupo 3 (al contrario del grupo 2) no tiene aumento de la contribución auricular al llenado ventricular, todos los resultados sugieren que la curva de volumen-presión diastólica, al nivel al cual están trabajando los pacientes,

debe estar más empinada en el grupo 3, en comparación con el grupo 2. Mc Cullagh y colaboradores³¹ demostraron experimentalmente que la curva de volumen-presión diastólica al final de la diástole en una sobrecarga crónica de volumen, luego de varias semanas, es mucho más empinada. Creemos que ésta es la situación fisiológica de los pacientes del grupo 3.

Según nuestros resultados, todos los pacientes con onda "A" grande en el apexcardiograma tienen disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, o sea un aumento de la rigidez ventricular diastólica. En este sentido queremos discutir los resultados de Ambrose y colaboradores,¹² quienes señalan que pacientes con hipertrofia ventricular y aumento de la contribución auricular al llenado ventricular, no tienen aumento de la rigidez ventricular diastólica final. Al revisar este trabajo encontramos que el grupo control no constituye una muestra de sujetos asintomáticos normales. El valor de la onda "A" del ventrículo izquierdo por ecocardiografía, normalizado para la dimensión diastólica es significativamente mayor que el valor control en normales, que los mismos autores reportan en otra publicación donde describen este índice¹⁴ y a nuestro grupo control. Por otra parte, como ellos lo mencionan, no hubo diferencias estadísticamente significativas en este índice entre ese grupo control y los pacientes con hipertrofia ventricular, onda "A" grande en el trazo de presión y aumento de la contribución auricular al llenado ventricular. Consideramos que, en base al grupo control utilizado, no es posible, como pretenden los autores, concluir que no existe aumento de la rigidez ventricular diastólica final en los pacientes arriba mencionados.

De acuerdo con Manolas y colaboradores,¹⁸ la relación a/D del apexcardiograma tuvo más alta correlación con la distensibilidad ventricular diastólica específica, que la relación a/H. Excepto ocho pacientes, los grupos 2 y 3 tuvieron relación a/D patológicamente aumentada. Creemos recomendable calcular la relación a/D cuando la relación a/H es normal. Según el trabajo arriba señalado, permite identificar pacientes con disminución de la distensibilidad ventricular diastólica, que no hayan sido captados por la relación a/H.

Nos referiremos, en último lugar, a los resultados en relación con la función ventricular sistólica y el intervalo de relajación isovolumétrica.

Como ya fue mencionado en los resultados, nuestro trabajo corrobora que la onda "A" grande del apexcardiograma no guarda ninguna relación con la función ventricular sistólica. Esto significa que puede coexistir con función ventricular sistó-

lica muy deprimida, normal o aumentada. Creemos útil señalar en este momento que la presencia de incisura en la pendiente diastólica de cierre A-C del ecograma de la valva anterior de la mitral, u onda "B", como también se denomina, se presentó en siete pacientes (35%) del grupo 2 y en once pacientes (55%) del grupo 3. Este hallazgo fue interpretado inicialmente como signo de disminución de la distensibilidad ventricular diastólica y asociado al patrón de curva de presión intraventricular izquierda con aumento de onda "A".³² Más recientemente Feigenbaum²¹ realizó una discusión crítica de este signo y concluye que, sin ser muy sensible ni específico, es la consecuencia del retardo en el cierre valvular mitral y es útil en la evaluación global del rendimiento ventricular izquierdo. Nuestros resultados son concordantes con la baja sensibilidad del signo, en relación con la disminución de la distensibilidad. Se presenta con más frecuencia cuando existe disminución de la función ventricular sistólica. Puede observarse, en este sentido, que los once pacientes del grupo 3 con incisura A-C tienen fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo menor de 30%.

El intervalo de relajación isovolumétrica aumenta en pacientes con alteración de las propiedades diastólicas y sistólicas del ventrículo.^{6,7,11} De acuerdo con esto, los pacientes de los grupos 2 y 3 deberían tener prolongación del mismo, y sin embargo no hubo en nuestro trabajo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos mencionados y el grupo 1. Podría argumentarse que la onda "A" grande del apexcardiograma refleja disminución de la distensibilidad, o aumento de la rigidez ventricular diastólica al final de la diástole, mientras que la relajación isovolumétrica se afecta con alteración de las propiedades diastólicas al inicio de la diástole. Sin embargo, los pacientes de los grupos 2 y 3 tuvieron una disminución significativa de la pendiente diastólica e-f valvular mitral, que tiene alta correlación con la disminución de la distensibilidad ventricular diastólica temprana.^{20,30} Llama la atención, también, que no se observen diferencias en este intervalo entre pacientes con función ventricular izquierda normal y disminuida. No tenemos explicación para la ausencia de correlación entre la disminución de la distensibilidad ventricular diastólica y/o disfunción ventricular sistólica, con aumento del intervalo de relajación isovolumétrica.

SUMMARY

The relation between large "A" wave in the apexcardiogram and the atrial contribution to left ventricular filling was assessed by echocardiography

in forty patients with a/H ratio greater than 0.15 in the apexcardiogram, twenty patients with normal and twenty patients with dilated left ventricular cavity. Twelve normal subjects were the control group. Non invasive indexes of systolic ventricular function, diastolic properties of ventricle and atrial contribution to left ventricular filling were correlated in both patient groups and control group. The results show: 1) There is not relation between large "A" wave in the apexcardiogram and systolic ventricular function. 2) Patients with large "A" wave in the apexcardiogram have decreased left ventricular compliance. 3) Patients with large "A" wave in the apexcardiogram and normal size left ventricular cavity have increased atrial contribution to left ventricular filling. 4) Patients with large "A" wave in the apexcardiogram and dilated left ventricular cavity do not have increased atrial contribution to left ventricular filling. The physiopathological mechanisms of the different atrial contribution to left ventricular filling when there is large "A" wave in the apexcardiogram are discussed in patients with normal and dilated left ventricular cavity.

BIBLIOGRAFIA

- Dimond EG, Li YB, Benchimol A: Tourniquets and abdominal binders in ischemic heart disease; effects on the apexcardiogram. *JAMA* 187: 981-985, 1964.
- Benchimol A, Dimond EG: The apexcardiogram in normal older subjects and in patients with arteriosclerotic heart disease: effect of exercise on the "A" wave. *Am Heart J* 65: 789-801, 1963.
- Ríos JC, Massumi RA: Correlation between the apexcardiogram and left ventricular pressure. *Am J Cardiol* 15: 647-655, 1965.
- Ginn W, Sherwin R, Harrison WK, Baker BM: Apexcardiography: use in coronary heart disease and reproducibility. *Am Heart J* 73: 168-180, 1967.
- Voigt GC, Friesinger GC: The use of apexcardiography in the assessment of left ventricular diastolic pressure. *Circulation* 41: 1015-1024, 1970.
- Fishleder B: Exploración Cardiovascular y Fonomecanocardiografía Clínica, pp 286, 584, 946. La Prensa Médica Mexicana, México, 1978.
- Tavel ME: Clinical Phonocardiography and External Pulse Recording, pp 227-230. Year Book Medical Publishers, Inc, Chicago, 1978.
- Craige E: Heart sounds phonocardiography; carotid, apex and yugular venous pulse tracings; and systolic time intervals. *In* Braunwald E (ed): *Heart Disease. A Textbook of Cardiovascular Medicine*, p 51. WB Saunders Co, Philadelphia, 1984.
- Gibson ThC, Madry R, Grossman W, Mc Laurin LP, Craige E: The "A" wave of the apexcardiogram and left ventricular diastolic stiffness. *Circulation* 49: 441-446, 1974.
- Gasch WH, Battle WE, Oboler AA, Banas JS, Levine HJ: Left ventricular stress and compliance in man. *Circulation* 45: 746-762, 1972.
- Grossman W, Stefadourous MA, Mc Laurin LP, Rolett EL, Young DT: Quantitative assessment of left ventricular diastolic stiffness in man. *Circulation* 47: 567-574, 1973.
- Ambrose JA, Teichholz LE, Meller J, Weintraub W, Pichard AD, Smith H Jr, Martínez EE, Herman MV: The influence of left ventricular late diastolic filling on the "A" wave of the left ventricular trace. *Circulation* 60: 510-519, 1979.
- Benchimol A, Dimond EG: The apexcardiogram in ischemic heart disease. *Brit Heart J* 24: 581, 1962.
- Ambrose JA, Meller J, Herman MV, Teichholz LE: The ventricular "A" wave: a new echocardiographic index of late diastolic filling of the left ventricle. *Am Heart J* 96: 615-623, 1978.
- Braunwald E, Fishman AP, Cournaud A: Time relationship of dynamic events in the cardiac chambers, pulmonary artery and aorta in man. *Circ Res* 4: 100-107, 1956.
- Mc Donald IG, Feigenbaum H, Chang S: Analysis of left ventricular wall motion by reflected ultrasound: application to assessment of myocardial function. *Circulation* 46: 14-25, 1972.
- Shan DJ, De María A, Kisslo J, Weyman A: Recommendations regarding quantitation in M-Mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 58: 1072-1083, 1978.
- Manolas J, Kravenbuehl HP, Rutishauser W: Use of apexcardiography to evaluate left ventricular diastolic compliance in human beings. *Am J Cardiol* 43: 939-945, 1979.
- Manolas J, Rutishauser W: Relation between apexcardiographic and internal indices of left ventricular relaxation in man. *Brit Heart J* 39: 1324-1332, 1977.
- Quiñones MA, Gassch WH, Waiser E, Alexander JK: Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation* 49: 246-254, 1974.
- Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981.
- Popp RL: Echocardiographic assessment of cardiac disease. *In* Weissler AM (ed): *Reviews of Contemporary Laboratory Methods*, p 231. The American Heart Association, Inc, Dallas, 1980.
- Gutgesell HP, Paquet M, Duff DF, McNamara DG: Evaluation of left ventricular size and function by echocardiography. Results in normal children. *Circulation* 56: 457-462, 1977.
- Denef B, DeGeest H, Kesteloot H: The clinical value of the calibrated apical "A" wave and its relationship to the fourth heart sound. *Circulation* 60: 1412-1421, 1979.
- Gassch WH, Levine HJ, Quiñones MA, Alexander JK: Left ventricular compliance: mechanisms and clinical implications. *Am J Cardiol* 38: 645-653, 1976.
- Cohen L, Mason DT, Braunwald E: Significance of an atrial-gallop sound in mitral regurgitation. A clue to the diagnosis of rupture chordae tendineae. *Circulation* 35: 112-118, 1967.
- Gould L, Shariff M, Zahir M, Di Lieto M: Cardiac hemodynamics in alcoholic patients with chronic liver disease and presystolic gallop. *J Clin Invest* 48: 840, 1969.
- Epstein EJ, Coulshed N, Brown AR, Doukas NG: The "A" wave of the apexcardiogram in aortic valve disease and cardiomyopathy. *Brit Heart J* 30: 591-605, 1968.
- Wikstrand J, Berglund G, Wilhelmsen L, Wallentin I: Orthogonal electrocardiogram, apexcardiogram and atrial sound in normotensive and hypertensive 50-year old man. *Brit Heart J* 38: 779-789, 1976.
- Vignola PA, Walker HJ, Gold HK, Leinbach RC: Alteration of the left ventricular pressure-volume relationship in man and its effect on the mitral echocardiographic early diastolic closure slope. *Circulation* 56: 586-592, 1977.
- McCullagh WH, Covell JW, Ross J Jr: Left ventricular dilatation and diastolic compliance changes during chronic volume overloading. *Circulation* 45: 943-951, 1972.
- Konecny LL, Feigenbaum H, Chang S, Corya BC, Fischer JC: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular end diastolic pressure. *Circulation* 47: 989-996, 1973.