

Pediatric Clinic of the Caroline Institute
and the Wenner-Gren
Cardiovascular Research Laboratory, Norrtulls Hospital, Stockholm
(Prof. A. Wallgren)

La evaluación de la función cardíaca en angiocardiografía*

John Lind y Carl Wegelius

(Recibido para publicar el 18 de marzo de 1954)

El objeto principal de la angiocardiografía ha sido el estudio anatómico del corazón y los grandes vasos dirigido, sobre todo, a destacar las características de tamaño, forma, posición e intercomunicaciones. Dirigido especialmente a la morfología y topografía, en poco tiempo ha llegado a ser un método importante para el diagnóstico en cardiología y una valiosa ayuda en cirugía torácica.

Para obtener la información más completa posible de un examen angiocardiográfico es necesario registrar por completo la dinámica cardíaca.

La imposibilidad de explicar el mecanismo de la acción cardíaca sólo por los movimientos de la silueta, se debe probablemente a la forma asimétrica del corazón, tanto como al hecho de que cada cavidad tiene sus leyes dinámicas propias y se representa de modo diferente en la silueta. Además, una parte considerable de la acción del corazón tiene lugar en el interior del mismo sin que se manifieste en la silueta cardíaca.

Por consiguiente, es imposible el estudio completo de la dinámica cardíaca sin una angiocardiografía especial que permita contrastes sucesivos de todas las cavidades cardíacas, como en los vasos aferentes y eferentes. Así se pueden registrar los cambios dinámicos en forma diámetro y posición, dentro de un ciclo cardíaco completo. También es de interés la silueta externa de

* Conferencia dada en el Séptimo Congreso Internacional de Radiología el 19-24 de julio de 1953.

las cavidades, en contraste con las cavidades llenas, lo que puede mostrarnos la sección transversal del músculo cardíaco y sus variaciones de espesor.

La angiocardiógrafa «standard» como se realiza usualmente en la actualidad sirve para las necesidades de la anatomía radiológica, pero el estudio fisiológico exige técnicas especiales.

LA EXPOSICIÓN SIMULTÁNEA EN DOS PLANOS EN ÁNGULO RECTO

La exposición simultánea en dos planos en ángulo recto aumenta considerablemente la posibilidad de visualizar fenómenos importantes para el diagnóstico. Por lo menos en uno de los dos planos las estructuras anatómicas se distinguen por separado y se obtienen imágenes de las diferentes cavidades y de los vasos. Como el corazón es tridimensional, las cavidades cambian durante el ciclo cardíaco no sólo en la silueta, sino también en profundidad. La fotografía seriada en dos planos permite la localización exacta del medio de contraste en el corazón, y el estudio tridimensional de la capacidad y configuración de las cavidades por separado, durante el ciclo cardíaco.

LA FOTOGRAFÍA EN SERIES RÁPIDAS

La fotografía en series rápidas con diez a doce fotos por segundo permite tomar cada cavidad en el máximo del sístole, en el máximo del diástole y en las diferentes etapas intermedias. De este modo es posible la interpretación de la repleción y el vaciamiento de las cavidades cardíacas. La repleción completamente satisfactoria de las diferentes cavidades por el contraste no dura más de tres a seis ciclos cardíacos, y exige por lo menos tres exposiciones de cada ciclo para obtener la imagen de aurícula y ventrículo en sístole y diástole. Con una frecuencia de tres ciclos por segundo, el mínimo será de nueve exposiciones por segundo. Además, esto hace posible visualizar fenómenos de breve duración, por ejemplo, una intercomunicación apreciable sólo durante una corta fase del ciclo cardíaco.

REGISTRO SIMULTÁNEO DEL ELECTROCARDIOGRAMA

El registro síncrono del electrocardiograma tomado en una de las derivaciones «standard» con la imagen radiológica, facilita la correlación entre el intervalo y duración de la exposición con la acción cardíaca que representa el electrocardiograma, así es posible determinar en qué momento del ciclo cardíaco se han tomado las imágenes separadas para decidir por la sucesión de diferentes

imágenes el cambio morfológico verificado en las cavidades. Y las conclusiones obtenidas así son mucho más precisas.

Por eso el registro simultáneo del ECG es necesario para la interpretación de unos hallazgos. Por ejemplo, una comunicación entre aurícula derecha y aurícula izquierda, a menudo tiene significación clínica diferente si tiene lugar en el sístole o en el diástole. Cuando ocurre en el diástole, de ordinario es consecuencia de una inyección forzada del medio de contraste. Cuando ocurre en el sístole, en cambio, generalmente representa una verdadera intercomunicación. El paso del contraste de la aurícula a la vena cava durante el diástole no se produce en casos normales, y si se observa durante el sístole auricular, en general indica una alteración funcional de la aurícula.

El calibre del cono pulmonar es mayor durante el reposo que en el sístole, y este hecho hay que tenerlo en cuenta para el diagnóstico de la estenosis pulmonar. El registro simultáneo del ECG aumenta las posibilidades de valorar el cambio de calibre de los vasos y la capacidad de las cavidades durante el ciclo cardíaco. Observando la forma de la aurícula izquierda en el máximo del sístole y en el máximo del diástole, se puede llegar a una valoración aproximada del volumen sistólico. También es importante el ECG para valorar la función cardíaca por el volumen residual de sangre en cada cavidad.

Explicaciones de las figuras

La valoración clínica de la dinámica cardíaca en condiciones patológicas supone el conocimiento de la función del corazón normal. Cada cavidad del corazón tiene sus características dinámicas que pueden servir como base para la interpretación de sus alteraciones.

Los casos presentados a continuación representan las observaciones normales y las alteraciones funcionales observadas por angiocardiografía rápida en dos planos.

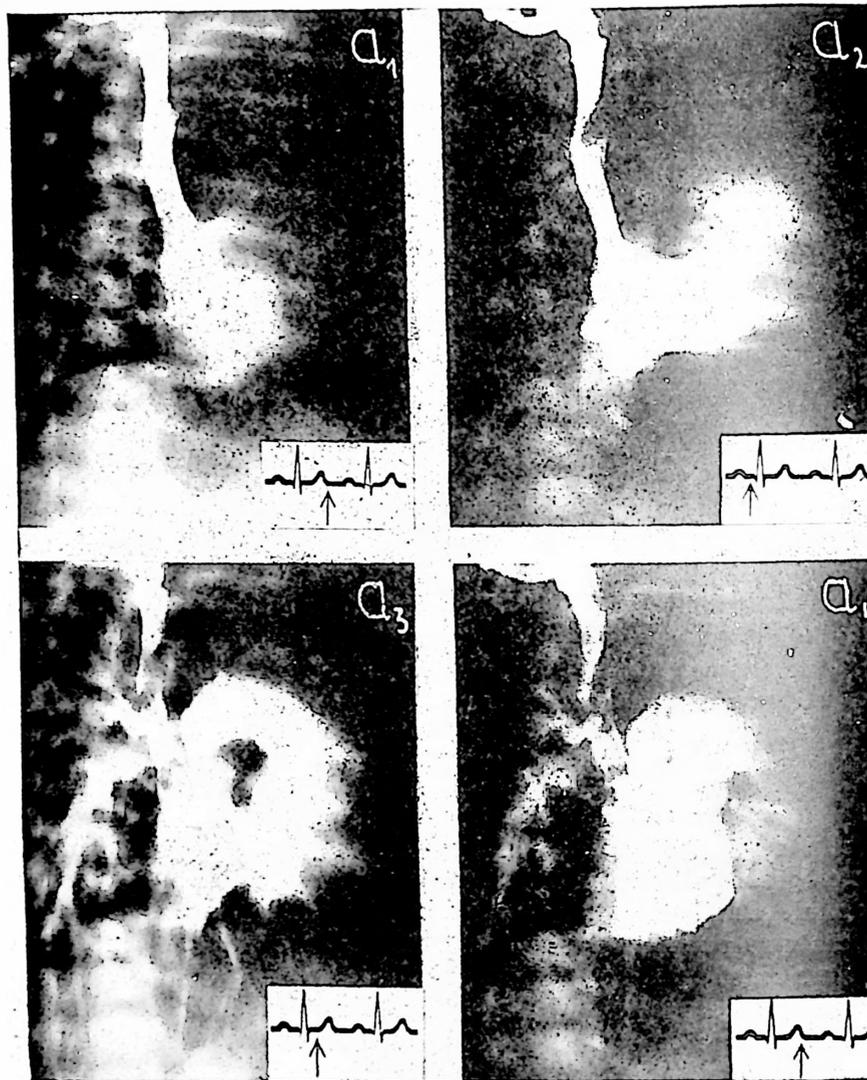


Figura 1

Figura 1. — *Visualización del trabajo de las cavidades derechas.*

Inyección de medio de contraste en la vena antecubital izquierda. Angiocardiograma en series e intervalos de 0'08 segundos.

Figuras a₁ a₄ en posición oblicua anterior derecha figuras b₁ b₄ en posición oblicua anterior izquierda.

Esta serie de imágenes muestra el vaciamiento de aurícula

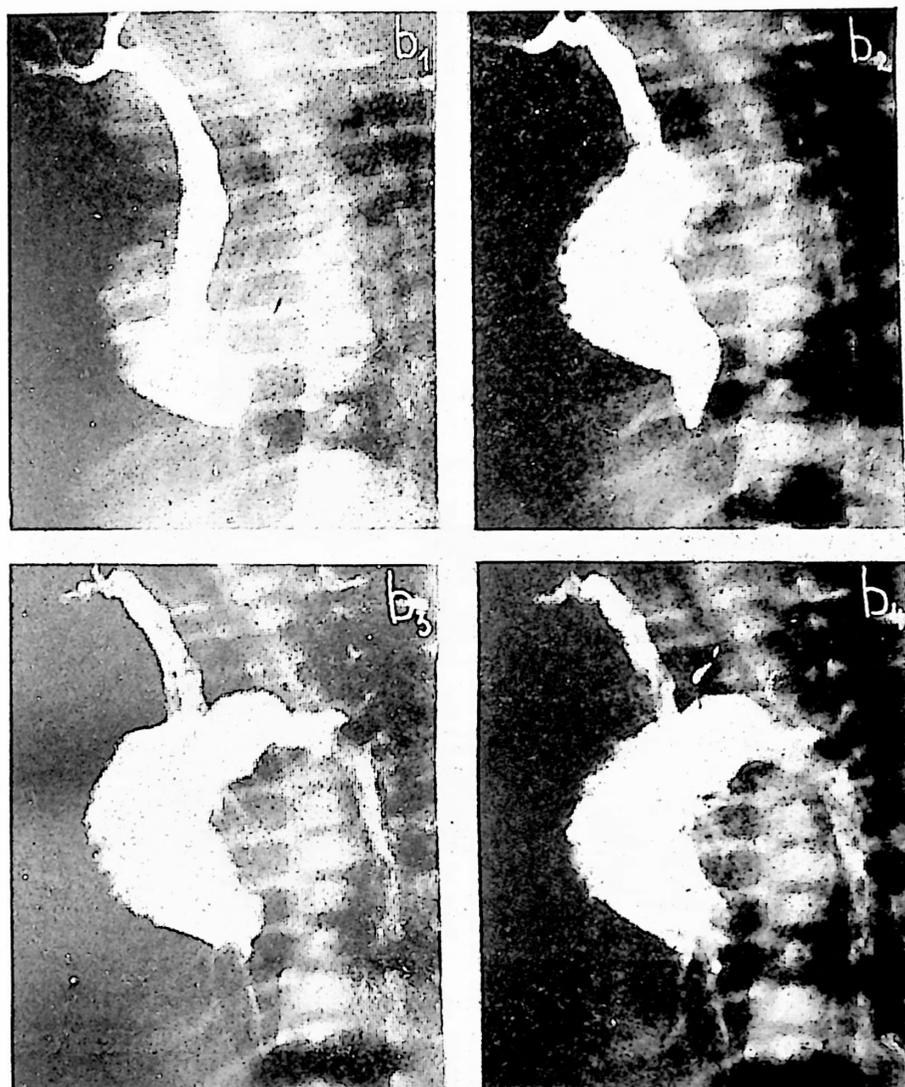


Figura 1

derecha y ventrículo en la sístole, el septum auriculoventricular se aproxima a la pared posterior (a_2 a_3). Durante el sístole auricular la vena cava superior se contrae, como se ve por la disminución de calibre del vaso (a_2). En el momento de expulsión máxima ventricular sólo queda en la base del ventrículo derecho una insignificante cantidad de sangre (a_4). Se observa que el corazón tiene un aspecto completamente diferente en cada una de las dos proyecciones.

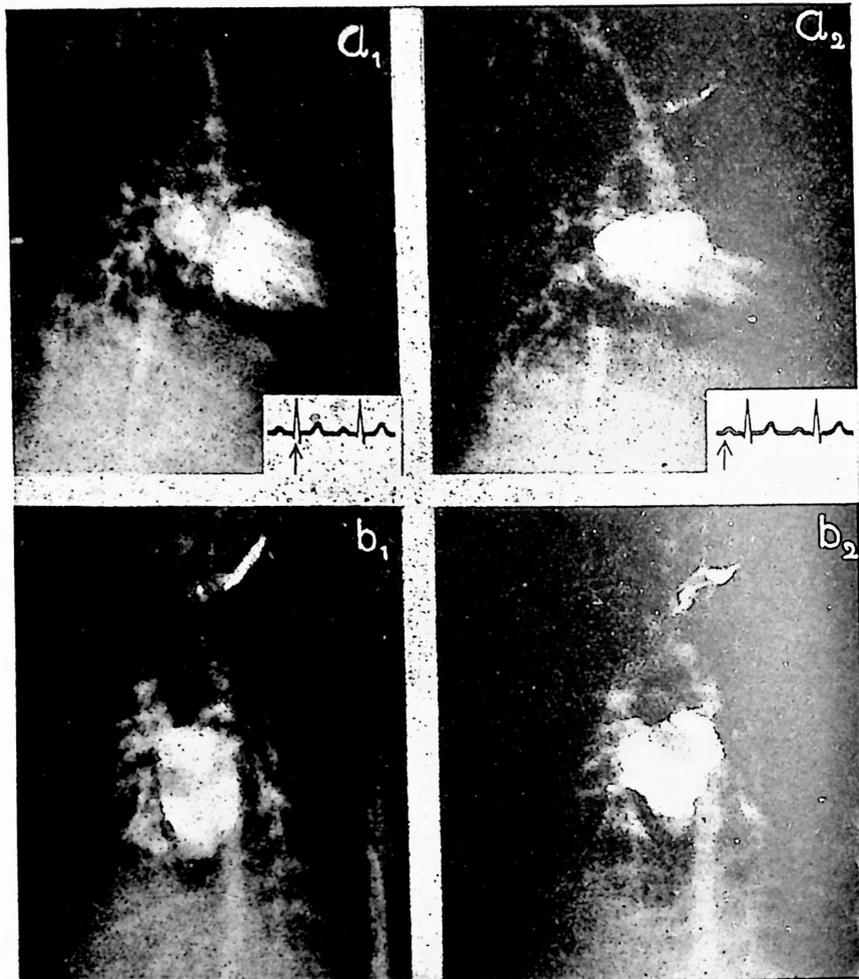


Figura 2

Figura 2.— *Dinámica de las cavidades izquierdas. Caso normal.*

Inyección del medio de contraste en la vena antecubital izquierda.

Figuras a_1 a_2 proyección oblicua anterior derecha y figura b_1 b_2 oblicua anterior izquierda. Método como en la figura 1.

En el sístole auricular — a_1 y b_1 — la cavidad de la aurícula izquierda aparece casi completamente esférica y se ve pequeña en comparación con la amplia y elíptica cavidad ventricular en el diástole.

La aurícula izquierda es la única cavidad que no altera su configuración durante la contracción (a_2 b_2); se ve en la figura en forma redondeada durante el sístole. Durante el sístole ventricular, el ventrículo izquierdo se contrae alrededor de un eje longitudinal, dejando el contraste residual como una tira.

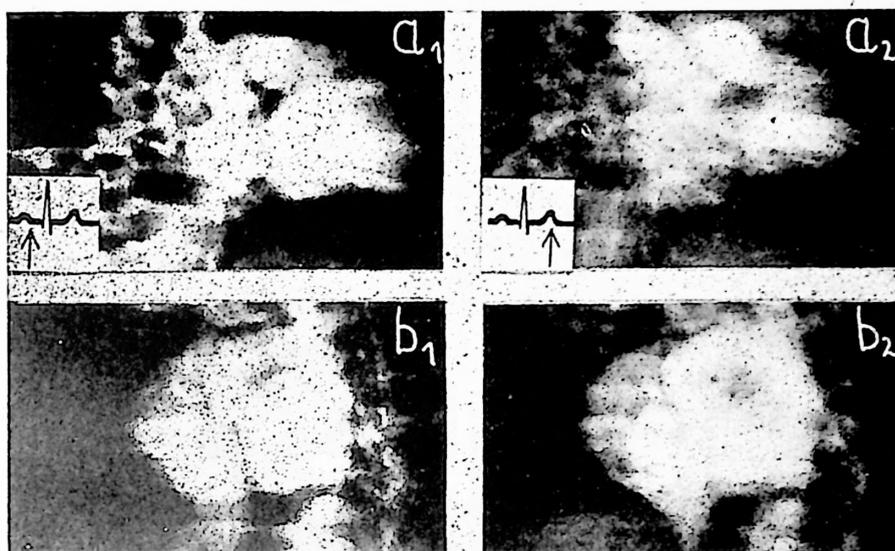


Figura 3

Figura 3. — Defecto septal interauricular con cortocircuito de derecha a izquierda y relleno simultáneo de ambos ventrículos.

Posición oblicua anterior derecha.

a₁. Como consecuencia del cortocircuito derecho-izquierdo se visualizan simultáneamente las dos aurículas produciendo una silueta atípica. El contorno redondeado de la pared posterior está producido por la aurícula izquierda.

En a₁ se observa el ventrículo derecho en diástole relleno con substancia de contraste.

En a₂, sin embargo, que ilustra el final del sístole auricular se ve también el ventrículo izquierdo, que se identifica por la configuración del medio de contraste residual. Esto prueba que en el grabado precedente había ya contraste en el ventrículo izquierdo. Por lo tanto, ambos ventrículos contribuyen a formar esta silueta (comparar con la fig. 1).

Las proyecciones tomadas simultáneamente en oblicua anterior izquierda, demuestran claramente la presencia de medio de contraste en ambos lados del corazón.

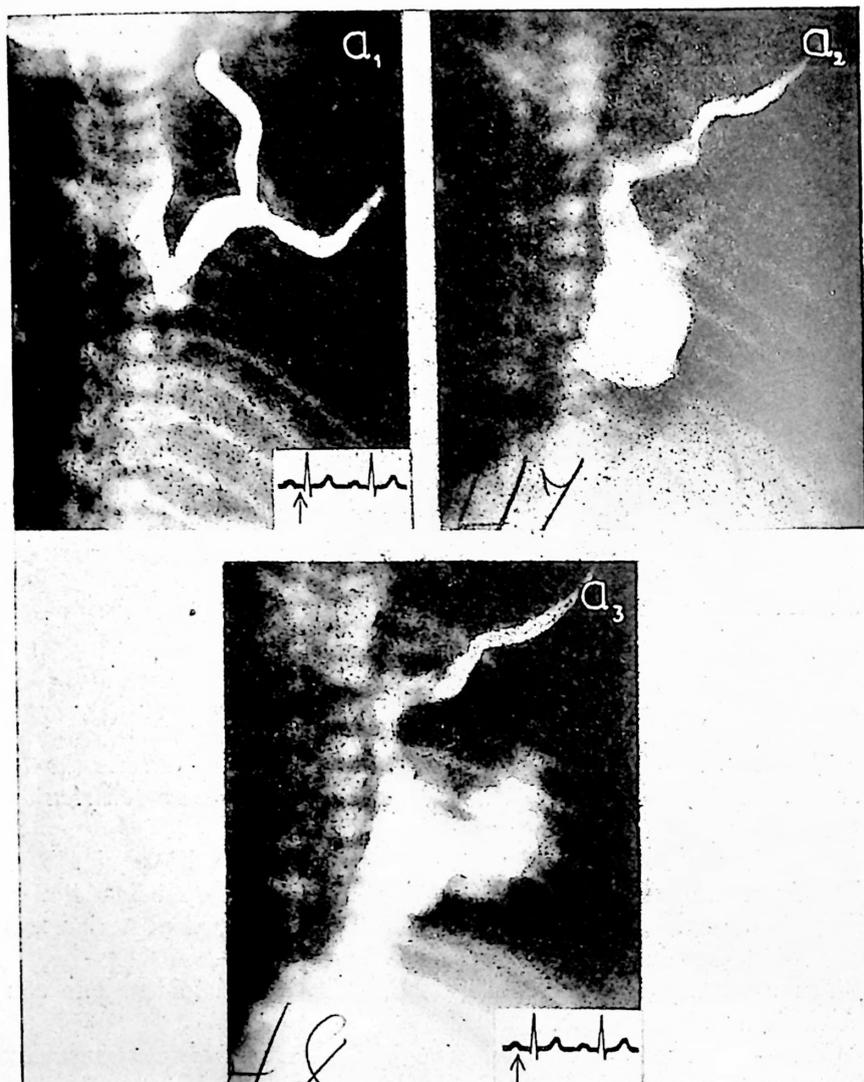


Figura 4

Figura 4. — *Alteraciones del mecanismo de cierre de la vena cava anterior en casos de comunicación interauricular.*

Inyección del medio de contraste en una vena antecubital.

Posición oblicua anterior derecha.

a₁. El contraste se detiene en orificio de la vena cava superior. Hay un relleno retrógrado en las venas tributarias.

a₂. En el diástole y auricular siguiente la substancia opaca llena rápidamente la aurícula.

a₃. En el comienzo del sístole auricular hay un notable refluo del medio de contraste hacia la vena cava inferior, lo que prueba una insuficiencia del orificio de esta vena.

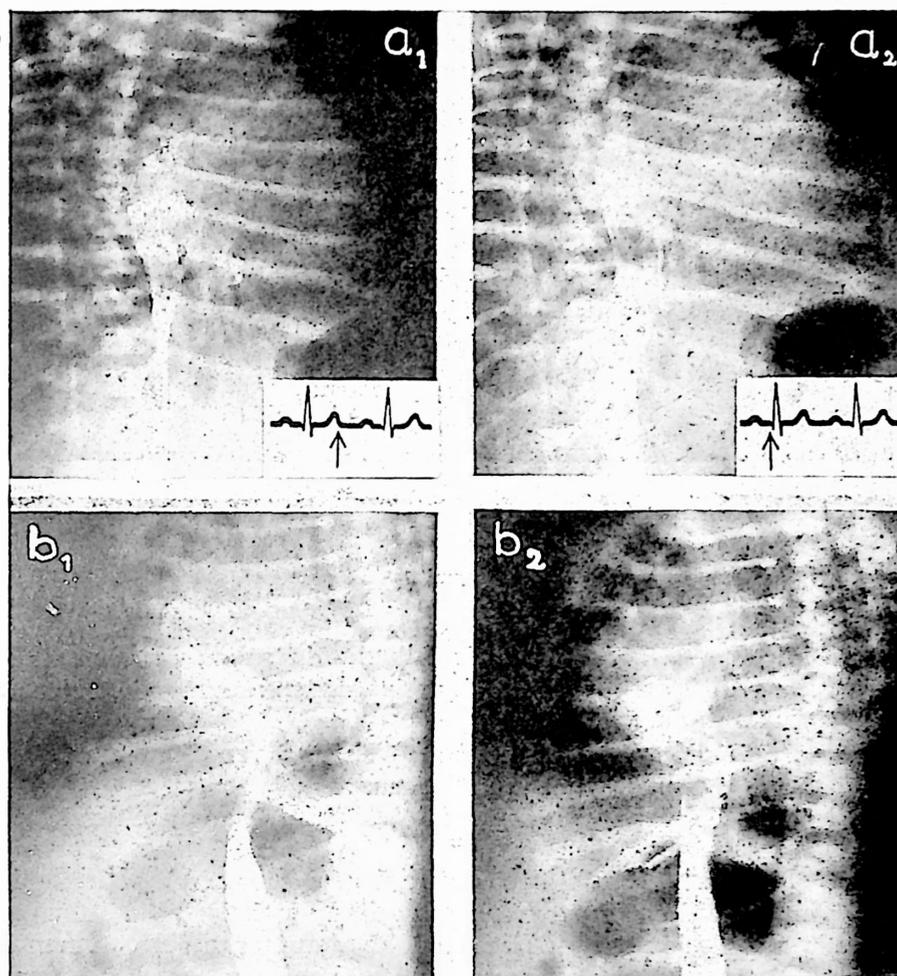


Figura 5

Figura 5. — *Cierre del orificio de la vena cava inferior.*

Inyección del medio de contraste en una vena maleolar. Posiciones oblicua anterior derecha ($a_1 - a_2$) e izquierda ($b_1 - b_2$).

En el diástole auricular el medio de contraste fluye libremente en la aurícula ($a_1 - b_1$). El orificio de la vena cava inferior está funcionalmente cerrado durante el sístole; así la vena se dilata y hay un relleno retrógrado de las venas hepáticas ($a_2 - b_2$).

Compárese esto con el mecanismo de cierre de la vena cava superior donde los haces musculares que se sitúan alrededor de la parte proximal del vaso se contraen durante el sístole auricular y estrechan su calibre.

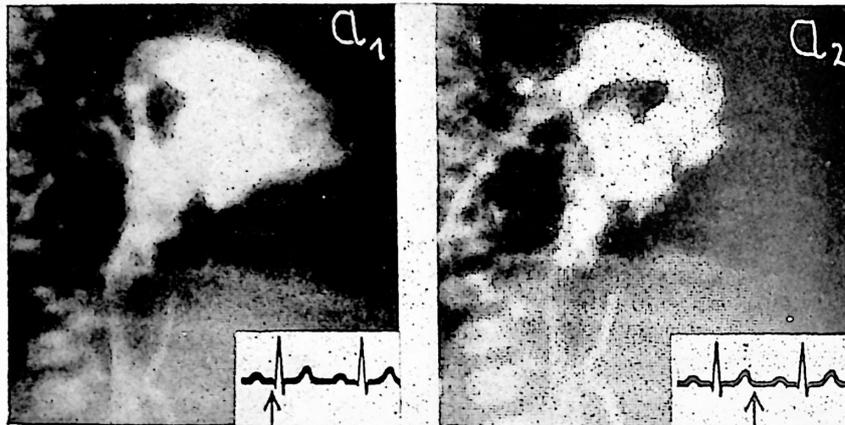


Figura 6

Figura 6. — *Dinámica de la cámara de salida del ventrículo derecho en un caso de comunicación interauricular con cortocircuito izquierdo-derecho.*

Inyección del medio de contraste en una vena maleolar.

Posiciones oblicuas anterior derecha.

2₁. En el diástole el ventrículo derecho está opacificado por el contraste.

a₂. Al final del sístole ventricular siguiente el infundíbulo del ventrículo derecho aparece estrechado y la arteria pulmonar dilatada más de lo normal. Esto se debe al aumento del volumen de expulsión causado por el cortocircuito izquierdo-derecho (comparar con el caso normal, fig. 1).

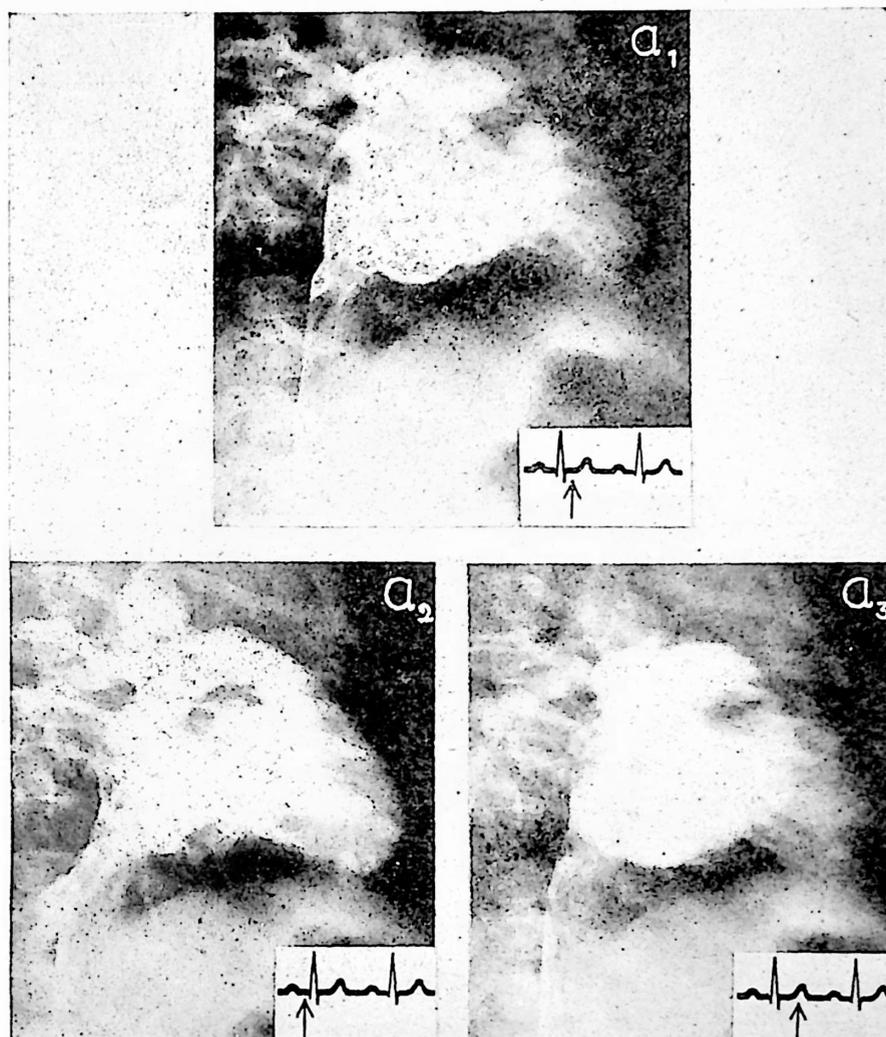


Figura 7

Figura 7. — *Estrechamiento funcional del infundíbulo en la tetralogía de Fallot (verificada en la operación).*

Inyección del contraste en una vena maleolar.

Proyección oblicua anterior derecha. Durante la sístole ventricular ($a_1 - a_3$) hay casi un cierre completo del infundíbulo, el cual no se ve anormalmente estrechado en la diástole ventricular (a_2).

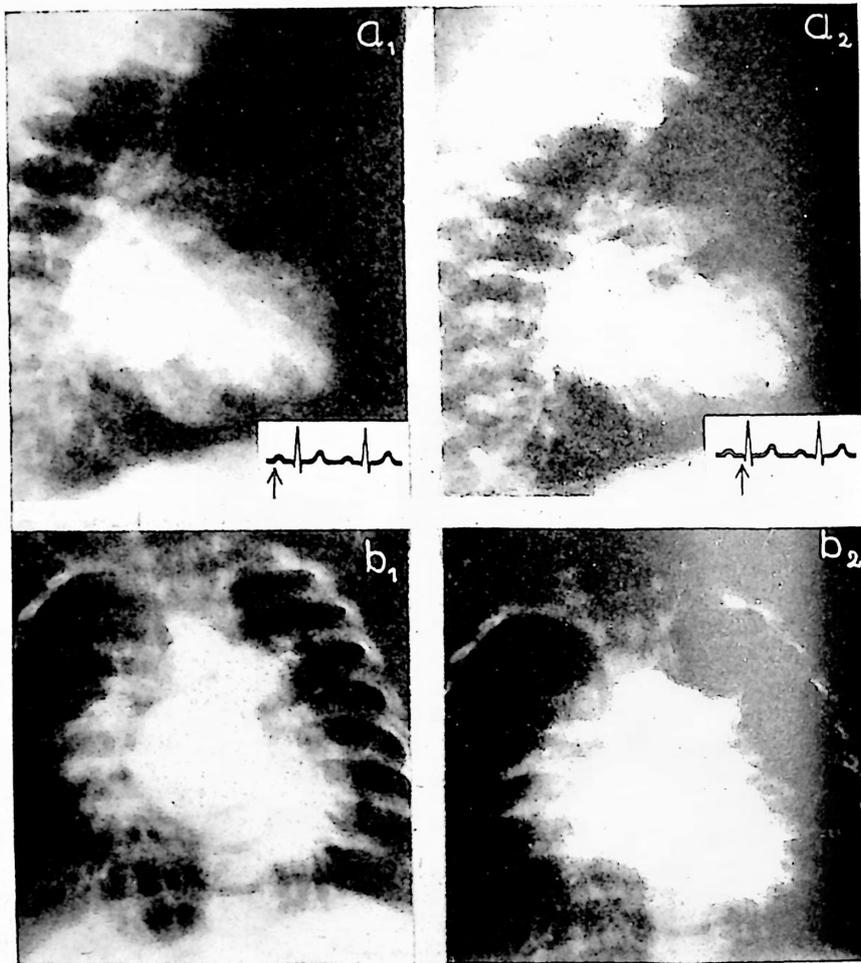


Figura 8

Figura 8. — *Ausencia de las variaciones pícnicas de tamaño de la aurícula izquierda en un caso de estenosis mitral.*

Posición oblicua anterior derecha ($a_1 - a_2$) y anterior ($b_1 - b_2$).

$a_1 - b_1$. Visualización de la aurícula izquierda antes de comenzar la contracción mecánica. Se encuentra dilatado especialmente el apéndice auricular izquierdo.

$a_2 - b_2$. Al final de la contracción sistólica el tamaño de la aurícula es todavía casi el mismo que en el diástole.

Nótese que los vasos pulmonares están considerablemente más llenos que normalmente.

Resumen

La angiocardiografía rápida en dos planos con registros EKG simultáneos, permite sacar una conclusión concerniente a la función, sobrepasando las fronteras anatómicas del problema. Con esto se ha hecho posible una apreciación radiológica, que hasta ahora estaba reservada para otros métodos de explotación, centralizados sobre estudios fisiológicos.

Summary

Rapid angiocardiography in two plans with simultaneous EKG registers permits of coming to a conclusion concerning the function, surpassing the anatomical limits of the problem. The above has made possible a radiological appreciation of the problem which up till now, has been reserved to other methods of exploration centralized in physiological studies.

Bibliografía

1. AXÉN, O. y LIND, J. : La técnica de la angiocardiografía en los niños. *R. esp. Pediat.* **4**: 161. 1948.
2. AXÉN, O. y LIND, J. : Table for routine angiocardiography ; synchronous serial roentgenography in two planes at right angles. *J. Amér. med. Ass.* **143**: 540. 1950.
3. AXÉN, O. y LIND, J. : Electrocardiographic recording in angiocardiography with synchronous serial photography at right-angled planes. *Cardiología.* **16**: 60. 1950.
4. BROMAN, T. y OLSSON, O. : The tolerance of cerebral blood-vessels to a contrast medium of the Diodrast group. *Acta radiol.* **30**: 326. 1948.
5. BROMAN, T. y OLSSON, O. : Experimental study of contrast media for cerebral angiography with reference to possible injurious effects on the cerebral blood vessels. *Ibid.* **31**: 321. 1949.
6. CASTELLANOS, A., PEREIRAS, R. y GARCÍA, A. : La angiocardiografía radio-opaca. *Arch. Soc. Clín. Habana.* **31**: 523. 1937.
7. CHAVES, T., DORBECKER, N. y CELIS, A. : Direct intracardiac angiocardiography and its diagnostic value. *Amer. Heart J.* **33**: 560. 1947.
8. DOTTER, C. T. y STEINBERG, I. : Angiocardiography. *Annals of Roentgenology*, vol. 20, Cassell & Co., London 1951.
9. DOTTER, C. T. y JACKSON, S. : Death following angiocardiography. *Radiology.* **54**: 527. 1950.
10. FREDZELL, G., LIND, J., OHLSON, E. y WEGELIUS, C. : Direct serial roentgenography in two planes simultaneously at 0.08 second intervals. Physiological aspects of roentgen diagnosis ; the apparatus and its application to angiocardiography. *Amer. J. Roentgenol.* **63**: 548. 1950.
11. GORDON, A. J., BRAHMS, S. A., MEGIBOW, S. y SUSSMAN, M. L. : An experimental study of the cardiovascular effects of Diodrast. *Amer. J. Roentgenol.* **64**: 819. 1950.
12. JÖNSSON, G., BRODÉN, B. y KARNELL, J. : Thoracic aortography with special reference to its value in patent ductus arteriosus and coarctation of the aorta. *Acta radiol., Suppl.* 89. 1951.

13. KEYES, T. F., WEGELIUS, C. y LIND, J. : The diagnostic value of dynamic studies in angiocardiology; evaluation of new rapid technique. *J. thorac. Surg.* **21**: 164. 1951.
14. LIND, J. y WEGELIUS, C. : Angiocardiographic studies on the human foetal circulation. *Pediatrics.* **3**: 391. 1949.
15. LIND, J. y WEGELIUS, C. : New trends in angiocardiology. *Med. Illus.* **4**: 135. 1950.
16. MORAN, R. H. : Problems of angiocardiology. *Amer. J. Roentgenol.* **64**: 189. 1950.
17. OLSSON, O. y BROMAN, T. : *Acta radiol.* **30**: 176. 1948.
18. OLSSON, O. y BROMAN, T. : *Ibid.* **31**: 182. 1949.
19. ROBB, G. P. y STEINBERG, I. : Visualization of the chambers of the heart, pulmonary circulation and great blood vessels in man. *J. Clin. Invest.* **17**: 507. 1938.
20. SCOTT, W. G. : The development of angiocardiology and aortography. *Radiology.* **56**: 785. 1951.
21. STEINBERG, I., DZITTER, C. T. y ANDRMS, W DE W. : Angiocardiography in thoracic surgery. *Surg. Gynec. Obstet.* **90**: 45. 1950.
22. WEGELIUS, C. y LIND, J. : The dynamics of the heart; observations by angiocardiology. *J. Fac. Radiol.* **3**: 193. 1952.