

Coronariografía: Aspectos técnicos y utilidad clínica

E. Alegría Ezquerro*

Concepto y desarrollo

La coronariografía es una técnica por la que se intenta la visualización radiológica del árbol arterial coronario mediante su opacificación selectiva con contraste.

El desarrollo de esta técnica, de masiva utilización hoy en día (recuérdese que el 60-80 % de los sujetos mayores de 65 años tienen lesiones coronarias severas), ha sido espectacular a lo largo de los últimos veinte años. Los primeros en estudiar en el hombre vivo las coronarias fueron Radner²⁶ y Di Guglielmo y col.⁹. Al principio se utilizaron técnicas no selectivas, como la aortografía simple, la aortografía con asistolia provocada por acetilcolina²⁰, la aortografía con oclusión de la aorta con balón¹⁰ y otras³⁴. En 1958, Sones y cols. comenzaron sus intentos de opacificar selectivamente las coronarias, inicialmente inyectando en los respectivos senos de Valsalva y posteriormente mediante catéteres especiales situados en cada uno de los orificios coronarios³⁰. Después de ellos, varios otros autores^{3, 16} diseñaron catéteres de poliuretano para cateterizar las coronarias por vía femoral y, en 1969, Bourassa hizo lo mismo con catéteres de polietileno⁴. En los últimos años las técnicas han alcanzado un alto grado de perfeccionamiento, hasta el punto de haberse convertido en una exploración de rutina en muchos laboratorios.

En el presente artículo trataremos de exponer sucintamente la técnica de la coronariografía tal como la practicamos nosotros y la utilidad que dicha exploración tiene en la valoración clínica del paciente coronario.

Aspectos técnicos

La exploración coronariográfica se compone de dos procedimientos que deben realizarse sistemáticamente y por este orden:

- Cineventriculografía izquierda.
- Cinecoronariografía selectiva.

Además, es muy recomendable registrar previamente las presiones en las cavidades derechas, ventrículo izquierdo y aorta.

En cuanto a la pura técnica de realización, se halla excelentemente descrita en numerosos tra-

bajos^{11, 13, 25}, por lo que nosotros nos limitaremos a destacar algunos aspectos que juzgamos de especial interés:

a) *Vía de abordaje*. A lo largo del tiempo se han revelado como más útiles la vía superior, por arteriotomía humeral con disección y posterior reconstrucción de la arteria o por punción percutánea axilar, y la vía inferior por punción percutánea de la arteria femoral, según la técnica de Seldinger²⁸ para el cateterismo izquierdo.

b) *Catéteres*. Numerosos autores han ido describiendo técnicas de cateterismo de las coronarias, que se diferencian entre sí en ligeras variantes en el diseño de la punta para facilitar su inserción en cada una de aquéllas. En la tabla I destacamos algunas de estas técnicas, y en la fig. 1 esquematizamos la forma de la punta de los catéteres de cada una.

Tabla I. TECNICAS DE CORONARIOGRAFIA

Vía	Técnica	Referencia
Arteriotomía humeral	Sones	31
	Wells	33
Percutánea axilar	Brown	6
Percutánea femoral	Judkins	16
	Spellberg	32
	Amplatz	3
	Bourassa	4
	Schoonmaker	27

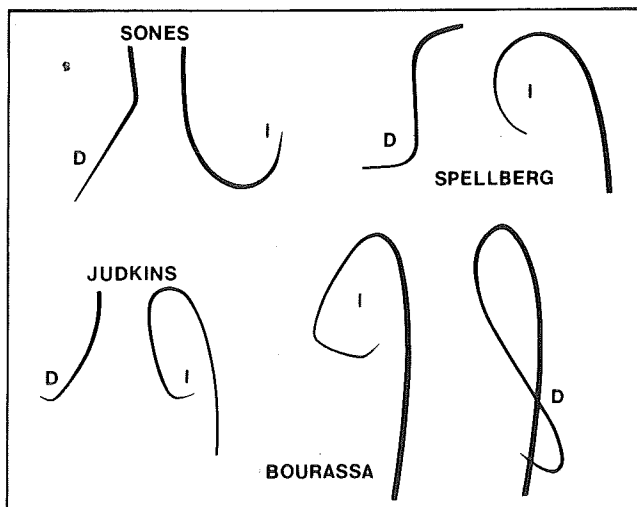


Fig. 1.—Forma de los diversos tipos de catéteres utilizados para la coronariografía selectiva. D. Coronaria derecha; I. Coronaria izquierda.

* Colaborador Clínico. Departamento Cardiovascular y torácico. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra.

Nosotros utilizamos casi exclusivamente la técnica de Bourassa⁴.

c) *Equipo radiológico.* Es de especial importancia que la instalación de rayos X tenga las características necesarias para cumplir los siguientes requisitos:

- Ofrecer una imagen fluoroscópica de buena calidad, para facilitar las maniobras de cateterismo de las coronarias y del ventrículo izquierdo.

- Impresionar una película de 35 mm a velocidades de 80 a 100 imágenes por segundo.

- Radiografiar las imágenes a cadencia rápida, 8 a 10 placas por segundo.

d) *Técnica de inyección.* Como es natural, la coronariografía está reservada al superespecialista, por lo que los detalles de su realización no son del caso aquí. Lo que sí quizá convenga sea mencionar de pasada algunas de las particularidades de la misma. Entre ellas están:

- Realización de la exploración por personal **entrenado y en salas que ofrezcan todas las posibilidades de resucitación cardiopulmonar, desfibrilador, marcapaso, etc.**

- Sedación previa con benzodiacepina o similares, que disminuye la molestia del paciente y previene algunas de las complicaciones.

- Premedicación con atropina y a veces con antiarrítmicos.

- Heparinización total, que la mayoría de autores utilizan hoy día:

- Administración de nitroglicerina sublingual para prevenir o tratar los posibles espasmos coronarios.

- Comprobación de la colocación del catéter antes de cada inyección.

- Elección de un medio de contraste adecuado. Nosotros utilizamos diatrizoato de meglumina al 76 %.

e) *Proyecciones radiológicas.* Aunque cada laboratorio tiene sus preferencias, hay acuerdo general en que las siguientes, que son las que nosotros utilizamos habitualmente, son las más adecuadas:

- Para la ventriculografía: oblicua anterior derecha (OAD) y oblicua anterior izquierda (OAI).

- Para la coronaria derecha: anteroposterior y oblicua anterior izquierda.

- Para la coronaria izquierda: anteroposterior, oblicua anterior derecha y oblicua anterior o lateral izquierda.

Para visualizar el tronco de la coronaria izquierda, numerosos autores utilizan la proyección cráneo-caudal.

En lo que respecta a las complicaciones, son en general raras (1-2 %), y su frecuencia está en relación inversa con el grado de experiencia del equipo. En la tabla II, modificada de Engel y Page¹¹, enumeramos las complicaciones más frecuentes. Otras revisiones excelentes sobre el tema se encontrarán en¹ y ⁵. La mortalidad de la exploración oscila entre el 0,1 y el 0,5 %.

Tabla II. COMPLICACIONES DE LA CORONARIOGRAFIA

1. *Cardíacas.*

1.1. Infarto de miocardio:

- Embolia.

- Material ateromatoso.

- Agregados de plaquetas y fibrina.

- Cuerpos extraños del catéter.

- Aire.

- Disección de una arteria coronaria.

- Espasmo coronario persistente.

- Hipotensión mantenida.

- Oclusión por el catéter de una coronaria estenosada.

1.2. Arritmias:

- Fibrilación ventricular.

- Bradiarritmias por efecto vagal.

2. *Arteriales.*

2.1. Generales:

- Embolia.

2.2. Locales:

- Embolia.

- Trombosis.

- Hemorragia.

- **Infección.**

3. *Intolerancias al medio de contraste.*

Utilidad clínica

En este apartado trataremos en primer lugar de las indicaciones de la coronariografía y en segundo lugar de la valoración de los resultados obtenidos.

a) *Indicaciones.* Conforme las técnicas se han ido haciendo más sofisticadas y menos peligrosas, se han ido ampliando las indicaciones de la coronariografía. En líneas generales, puede decirse que debe practicarse en todos los casos en que interese conocer el calibre, origen, o distribución de las coronarias con vistas a un diagnóstico o tratamiento precisos².

En la tabla III enumeramos las indicaciones concretas. Obsérvese en ella que, en lo que respecta a la aterosclerosis coronaria, la coronariografía se practica como método diagnóstico ante lesiones dudosas o como método de valoración anatómica y fisiológica previa al tratamiento quirúrgico. No está indicada, por tanto, en el angor estable con ECG típico que responde bien al tratamiento médico, ni tampoco en casos de lesiones múltiples con insuficiencia cardíaca severa, pues se trata de lesiones inoperables.

Otro grupo de indicaciones, que va ampliándose progresivamente, es el de las cardiopatías congénitas²³, en los casos en que el conocimiento del origen o distribución coronarias pueda ser de utilidad en el diagnóstico o en la cirugía, o en los que haya sospecha estadística de que la cardiopatía en cuestión involucra las coronarias:

En lo que respecta a las contraindicaciones, solamente consideramos como tales el infarto de miocardio en fase aguda no complicado, la existencia de una enfermedad intercurrente severa y

Tabla III. INDICACIONES DE LA CORONARIOGRAFIA

1. *Aterosclerosis coronaria.*
 - 1.1. Diagnóstico de valoración.
 - 1.1.1. Angor típico con ECG normal.
 - 1.1.2. Angor atípico con ECG anormal o dudoso.
 - 1.1.3. Alteraciones inespecíficas del EC con o sin angor.
 - 1.1.4. Asintomáticos con prueba de esfuerzo positiva o dudosa.
 - 1.1.5. Arritmias de origen desconocido.
 - 1.1.6. Cardiomegalia de origen desconocido.
 - 1.2. Diagnóstico preoperatorio.
 - 1.2.1. Angor típico severo, incapacitante o rebelde al tratamiento.
 - 1.2.2. Angor típico en pacientes jóvenes.
 - 1.2.3. Angor de reciente comienzo progresivo.
 - 1.2.4. Angor de Prinzmetal (urgente).
 - 1.2.5. Síndrome intermedio (urgente).
 - 1.2.6. Angor postinfarto agudo (urgente).
 - 1.2.7. Complicaciones agudas del infarto (urgente).
 - 1.2.8. Complicaciones crónicas del infarto.
 - 1.3. Valoración de resultados postoperatorios.
2. *Enfermedades raras de las coronarias.*
 - 2.1. Anomalías congénitas.
 - 2.2. Aortopatía luética.
 - 2.3. Alteraciones traumáticas.
3. *Cardiopatías congénitas.*
 - 3.1. Implicaciones quirúrgicas o diagnósticos.
 - 3.1.1. Tetralogía de Fallot.
 - 3.1.2. Transposición de los grandes vasos.
 - 3.1.3. Malformación de Ebstein de la tricúspide.
 - 3.2. Posible alteración histológica coronaria.
 - 3.2.1. Estenosis supraaórtica.
 - 3.2.2. Coartación aórtica.
 - 3.2.3. Atresia aórtica.
 - 3.2.4. Atresia pulmonar.
4. *Otras cardiopatías.*
 - 4.1. Valvulopatía aórtica, especialmente la estenosis.
 - 4.2. Cualquier valvulopatía mayor de 40 años (optativo).
 - 4.3. Síndrome de prolapso mitral.
 - 4.4. Tumores miocárdicos.
 - 4.5. Algunas cardiomiopatías.

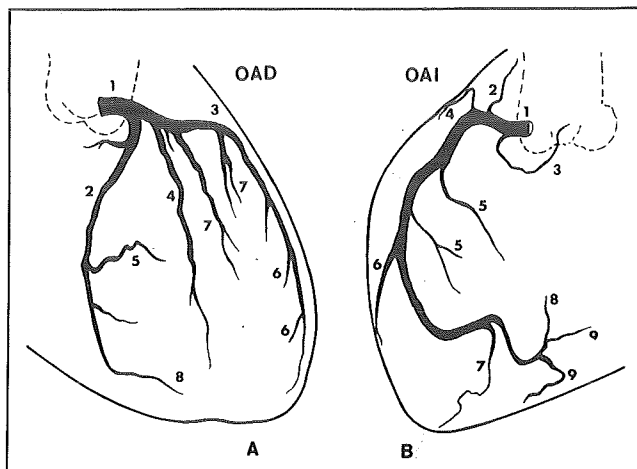


Fig. 2.—Esquema de la coronaria izquierda (A) y de la derecha (B). Los números corresponden a las ramas que se enumeran a continuación. Entre paréntesis se cita la denominación antigua. (A) 1. Tronco principal de la coronaria izquierda. 2. Arteria circunfleja. 3. Arteria descendente anterior. 4. Ramas anterolaterales ("diagonal o diagonales"). 5. Rama lateral de la circunfleja ("marginal izquierda"). 6. Ramas septales. 7. Ramas anterolaterales ("ramas laterales, 2ª y 3ª diagonal", etc.). 8. Rama pósterolateral. (B) 1. Tronco de la coronaria derecha. 2. Rama del nódulo sinusal. 3. Rama del cono ("círculo de Vieussens"). 4. Ramas auriculares. 5. Ramas ventriculares derechas. 6. Ramas ventriculares derechas ("marginal derecha"). 7. Arteria descendente posterior. 8. Rama del nodo A-V. 9. Ramas ventriculares izquierdas posteriores.

que esquematizamos en la tabla IV. Debe tenerse siempre presente, en este orden de cosas, que hay gran número de variantes anatómicas coronarias en cuanto a su origen o distribución. En este sentido es importante el concepto de "dominancia coronaria". Se llama dominante a la arteria que da origen a la interventricular posterior, que en el 75 % de los casos es la coronaria derecha.

Como ejemplo, en las figs. 4 a 7 mostramos algunas alteraciones anatómicas coronarias entre-sacadas de nuestra casuística.

El estudio de la función ventricular es de gran importancia, pues en muchas ocasiones es un fac-

la realización de la exploración por personal no entrenado, con material inadecuado o en condiciones poco satisfactorias.

b) *Valoración de los resultados.* Como ya dijimos antes, en la exploración coronariográfica se estudian fundamentalmente dos aspectos: la anatomía coronaria y la función ventricular.

Antes del estudio de las posibles alteraciones anatómicas, creemos de interés la exposición de la anatomía coronaria normal¹⁵. Esta se esquematiza en la fig. 2 A y B, tomada de Favaloro¹². En la fig. 3 A y B mostramos un ejemplo de coronariografía normal. En dichas figuras y en la exposición que sigue hemos intentado seguir la nomenclatura propuesta recientemente por O'Reilly²⁴, que a nuestro juicio es uno de los mejores intentos de sistematización de la misma.

Los criterios de valoración anatómica varían asimismo según los laboratorios^{4, 14}. Nosotros utilizamos una modificación de los de Fuertes y cols.¹³

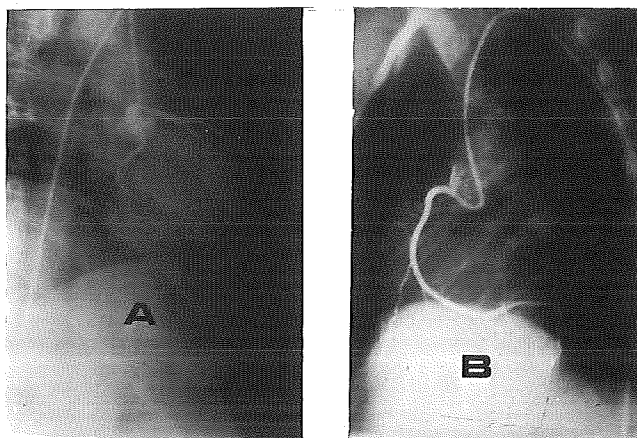


Fig. 3.—Ejemplo de coronarias, izquierda (A) y derecha (B) normales en proyección oblicua anterior derecha e izquierda respectivamente. Obsérvese que la descendente posterior se origina de la coronaria derecha ("predominio derecho").

Tabla IV. VALORACION ANATOMICA DE LAS CORONARIAS

1. *Troncos arteriales.*
 - Origen:
 - Normal.
 - Variante de lo normal.
 - Anómalo.
 - Grado de la estenosis:
 - Grado 0: Normal.
 - Grado 1: Pequeñas irregularidades.
 - Grado 2: Menor del 50 %.
 - Grado 3: Del 50 al 75 %.
 - Grado 4: Mayor del 75 %.
 - Grado 5: Oclusión total.
 - Morfologías de las estenosis:
 - Localizada Difusa.
 - Regular Irregular.
 - Situación de la obstrucción: En mm desde el origen.
 - Calibre del tronco distal:
 - A. Normal.
 - B. Mayor de 1,5 mm.
 - C. Menor de 1,5 mm.
 - D. No visible.
2. *Estado del lecho distal y ramas terminales.*
 - Pobreza – Riqueza.
 - Finas – Gruesas.
3. *Circulación colateral.*
 - Derecha – Derecha.
 - Derecha – Izquierda.
 - Izquierda – Derecha.
 - Izquierda – Izquierda.

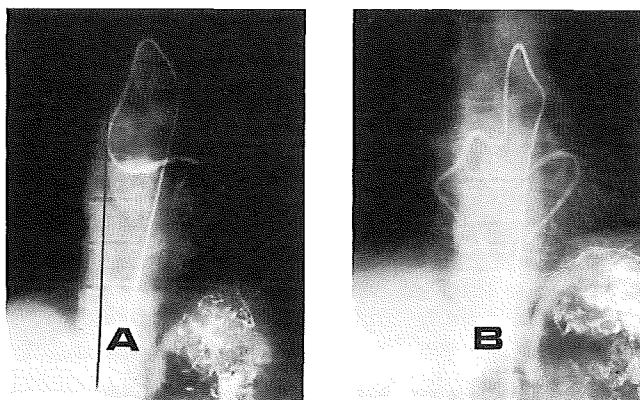


Fig. 4.—Ejemplo de anomalía coronaria congénita. Obsérvese que, en la coronariografía izquierda (A), no existe arteria circunfleja. Al inyectar en la coronaria derecha (B), se observa que de ésta se origina una circunfleja anómala que discurre por detrás de la aorta y acaba distribuyéndose por su territorio normal.

tor condicionante de la viabilidad operatoria. En nuestro laboratorio estudiamos sistemáticamente una serie de ellos que el tiempo ha revelado como más útiles y que pasamos a comentar.

El primer grupo de datos se obtiene mediante el registro de la presión ventricular izquierda junto con su primera derivada. Dichos datos, junto con sus valores normales, son los siguientes:

– Presión telediastólica ventricular izquierda⁷. PTDVI $\leq$ 12 mmHg.

– Máximo desarrollo de presión respecto al tiempo²². dP/dt máx = 1.500-2.500 mmHg/seg.

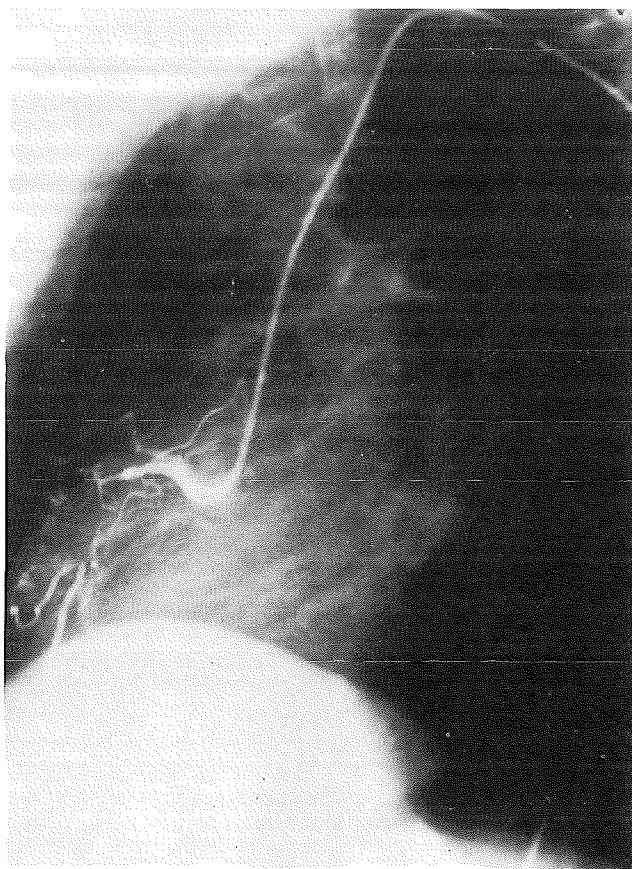


Fig. 5.—Obstrucción completa de la coronaria derecha en su segunda porción, que se repermeabiliza más tarde por circulación colateral derecha-derecha.

– Velocidad máxima de acortamiento a carga cero¹⁹. $V_{max} = \frac{dP/dt}{P} = 41-67$

– Índice de trabajo sistólico ventricular izquierdo. ITSVI = 1,8-6,6.

Además de éstos, obtenemos también datos importantes del estudio de la ventriculografía. En primer lugar se pueden estudiar los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo¹⁸, que

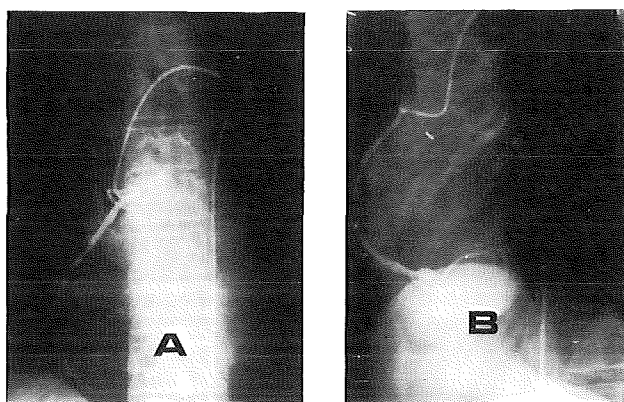


Fig. 6.—Otro caso de obstrucción completa de la coronaria derecha (A), resuelto satisfactoriamente mediante pontaje aorto-coronario (B).

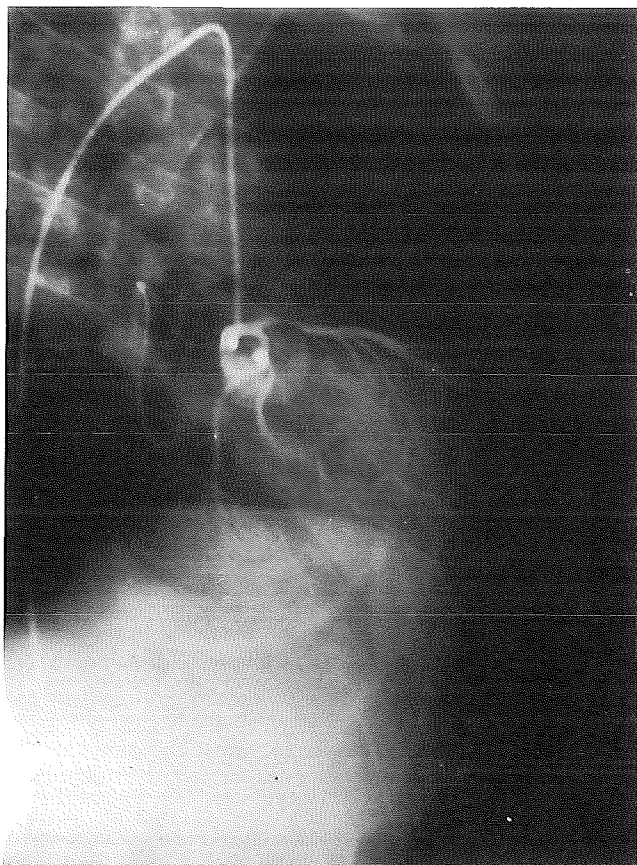


Fig. 7.—Obstrucción casi completa y localizada de la descendente anterior con tronco distal de calibre normal.

normalizados para la superficie corporal, constituyen los respectivos índices, y la fracción de eyección. También se calcula la velocidad media de acortamiento circunferencial del ventrículo izquierdo. Los valores normales de estos parámetros son los siguientes:

- Volumen telediastólico. VTD = 130 ml.
- Volumen telesistólico. VTS = 52 ml.
- Volumen sistólico. VS = VTD - VTS = 78 ml.
- Índice telediastólico. $ITD = \frac{VTD}{SC} \leq 90 \text{ ml/m}^2$.
- Índice sistólico. $IS = \frac{VS}{SC} \geq 40 \text{ ml/m}^2$.
- Velocidad de acortamiento circunferencial¹⁷. $VCF \geq 1,5$.
- Fracción de eyección⁸. $FE = \frac{VS}{VTD} = 0,62$.

Por último, la ventriculografía izquierda filmada en las posiciones oblicua anterior derecha e izquierda se analiza segmentariamente²¹, dividiéndolo en las siete zonas esquematizadas en la fig. 8. De cada una de dichas zonas se estudia el patrón contráctil según los criterios de la "American Heart Association"²⁹ que mostramos a continuación:

- Sinergia: Contracción normal y uniforme.
- Asinergia: Cualquier alteración de la cinética ventricular, que puede ser:
Hipoquinesia: Reducción de la velocidad y/o de la amplitud de la contracción.

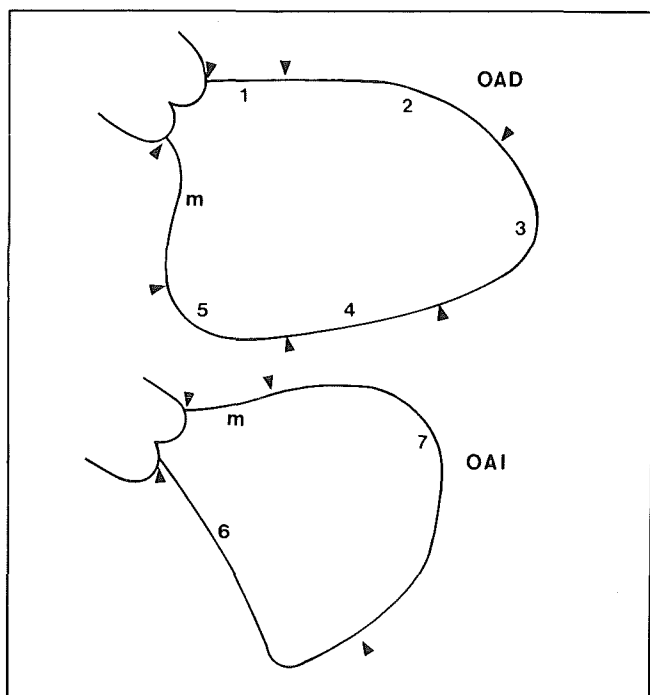


Fig. 8.—Análisis segmentario de la contracción ventricular. La imagen del ventrículo izquierdo en oblicua derecha e izquierda se descompone en los siguientes segmentos: 1. Antero-basal. 2. Antero-lateral. 3. Apical. 4. Inferior ("diafragmático"). 5. Pósterobasal. 6. Septal. 7. Pósterolateral. m. válvula mitral.

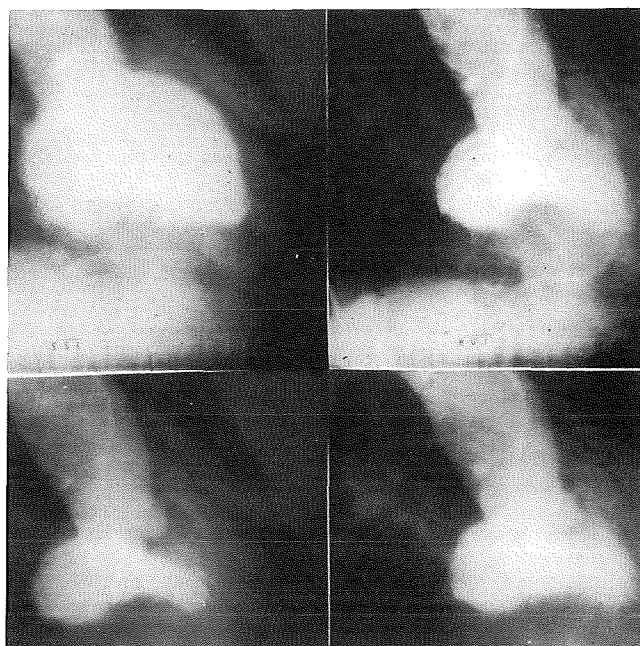


Fig. 9.—Imágenes sucesivas de la ventriculografía izquierda en OAD de una de nuestras pacientes. Obsérvese un aneurisma pósterobasal, que protruye durante la sístole ventricular.

Aquinesia: Ausencia de movimiento contráctil.

Disquinesia: Movimiento paradójico.

Aneurisma: Abombamiento localizado de un segmento con delimitación de los segmentos restantes.

—Indefinido: No se puede describir la movilidad de un segmento por falta de visualización adecuada.

En las figs. 9 y 10 mostramos algunas alteraciones de la cinética ventricular izquierda.

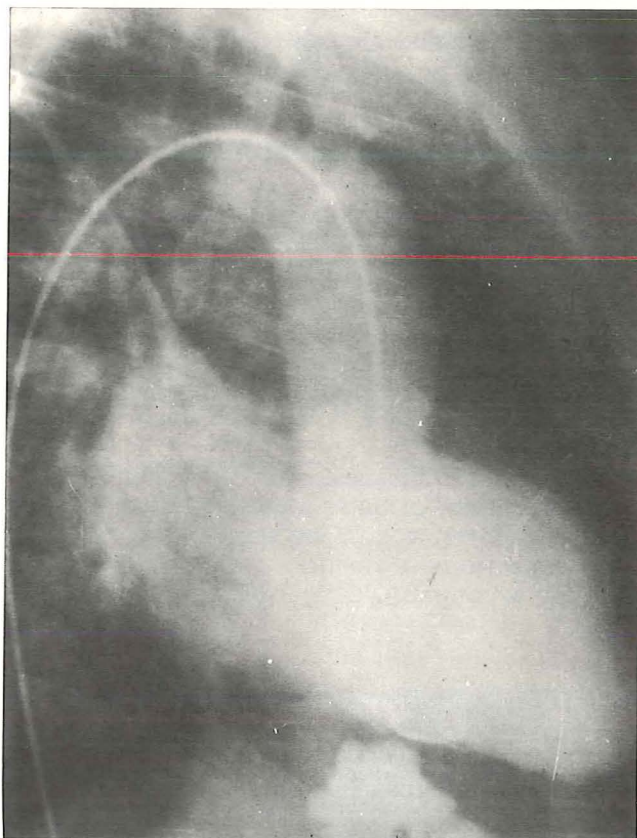


Fig. 10.—Ventriculografía izquierda en OAD (sístole). Obsérvese una insuficiencia mitral por disfunción del músculo papilar y una zona disquinética que corresponde a la región ántero-lateral.

Bibliografía

- Adams, DF., Fraser, DB. y Abrams, HL. *The complications of coronary arteriography*. Circulation, 48:609, 1973.
- Amiel, M., Delaye, J., Normand, J., Dalloz, C., Rubet, A. y Pinet, F. *Les indications de l'arteriographie coronarienne*. Ann. Radiol., 14:449, 1971.
- Amplatz, K., Formanek, G., Stanger, P. y Wilson, W. *Mechanics of selective coronary artery catheterization via femoral approach*. Radiol., 89:1.040, 1967.
- Bourassa, MG., Lespérance, J., Campeau, L., Bois, MA. y Salliel, J. *Selective coronary angiography using a percutaneous femoral technique*. Canad. Med. Ass. J., 102:170, 1970.
- Bourassa, MG. y Noble, J. *Complication rate of coronary arteriography. A review of 5250 cases studied by a percutaneous femoral technique*. Circulation, 53:106, 1976.
- Brown, OL. *Preshaped catheters for percutaneous transaxillary selective coronary arteriography*. Radiology, 114:732, 1975.
- Cohn, PF. y Gorlin, R. *Abnormalities of left ventricular function associated with the anginal state*. Circulation, 46:1.065, 1972.
- Cohn, PF., Levine, JA., Bergeron, GA. y Gorlin, R. *Reproducibility of the angiographic left ventricular ejection fraction*. Circulation, 48. (Suppl. IV):86, 1973.
- Di Guglielmo, L. y Guttadauro, M. *A roentgenologic study of the coronary arteries in the living*. Acta Radiol., (Suppl. 97):12, 1952.
- Dotter, CT. y Frische, LH. *An approach to coronary arteriography*. En "Angiography", publicado por HL. Abrams. Vol. 1, pág. 259. Little-Brown and Co. Boston, 1961.
- Engel, HJ. y Page, HL. Jr. *Transfemorale Koronarangiographie*. Z. Kardiol., 65:105, 1976.
- Favaloro, RG. *Surgical treatment of coronary arteriosclerosis*. Williams and Wilkins Co. Baltimore, 1970.
- Fuertes, A., Soto, B., Calderón, J. y Barcia, A. *Coronariografía selectiva: Técnica y resultados*. Rev. Esp. Cardiología, 26:481, 1973.
- Gensini, GG. *Coronary arteriography*. Progr. Cardio. Dis., 6:155, 1963.
- James, TN. *Anatomy of the coronary arteries*. Paul, B. Hoeber Inc. New York, 1961.
- Judkins, MP. *Percutaneous transfemoral selective coronary arteriography*. Radiol. Clin. N. Amer., 6:467, 1968.
- Karliner, S., Gault, JH., Eckberg, D., Mullins, CB. y Ross, J. *Mean velocity of fiber shortening: A simplified measure of left ventricular contractility*. Circulation, 44:323, 1971.
- Kennedy, JW., Trenholme, SE. y Kasser, IS. *Left ventricular volume and mass from single-plane cineangiocardigrams: A comparison of anteroposterior and right oblique methods*. Am. Heart. J., 80:343, 1970.
- Krayenbuehl, HP., Rutishauser, W., Wirz, P., Amende, I. y Mehmel, H. *High fidelity left ventricular pressure measurements for the assessment of cardiac contractility in man*. Am. J. Cardiol., 31:415, 1973.
- Lehman, JS., Boyer, RA. y Winter, FS. *Coronary arteriography*. Amer. J. Roentgen., 81:749, 1959.
- Leinbach, RC., Dinsmore, RE., Mundth, ED., Buckley, MJ., Dunkman, WB, Austen, WG. y Sanders, CA. *Selective coronary and left ventricular cineangiography during intraaortic balloon pumping for cardiogenic shock*. Circulation, 45:845, 1972.
- Mason, DT. *Usefulness and limitations of the rate of rise of intraventricular pressure (dp/dt) in the evaluation of myocardial contractility in man*. Am. J. Cardiol., 23:516, 1969.
- Neufeld, HN. y Blieden, LC. *Coronary artery disease in children*. "Progress in Cardiology", publicado por PN. Yu y JF. Goodwin. Vol. 4, pág. 119. Lea and Febiger. Philadelphia, 1975.
- O'Reilly, RJ. *Coronary angiographic nomenclature. Current status and a plea for standardization*. Radiology, 115:229, 1975.
- Paulin, S. *Coronary angiography - A technical, anatomic and clinical study*. Acta Radiol. (Suppl. 233):1, 1964.
- Radner, S. *Attempt at roentgenologic visualization of coronary blood vessels in man*. Acta Radiol., 26:497, 1945.
- Schoonmaker, FW. y King, SB. *Coronary arteriography by the single catheter percutaneous femoral technique*. Circulation, 50:735, 1974.
- Seldinger, SI. *Visualization of aortic and arterial occlusion by percutaneous puncture of catheterization of peripheral arteries*. Angiology, 8:73, 1957.
- Sniderman, AD., Marpole, D. y Fallen, EL. *Regional contraction patterns in the normal and ischemic left ventricle in man*. Am. J. Cardiol., 31:484, 1973.
- Sones, FM. y Shirey, Ek. *Cinecoronary arteriography*. Mod. Conc. Cardiovasc. Dis., 31:735, 1962.
- Sones, FM. *Selective cine coronary arteriography*. "The Ciba Collection of Medical Illustrations", publicado por FH. Netter. Vol. 5, pág. 32. Ciba-Geigy Corp. Adsey, 1969.
- Spellberg, RD. y Ungar, I. *The percutaneous femoral artery approach to selective coronary arteriography*. Circulation, 36:730, 1967.
- Wells, DE., Befeler, B., Winkler, JB., Myerburg, RJ., Castellanos, A. y Castillo, CA. *A simplified method for left heart catheterization including coronary arteriography*. Chest, 63:959, 1973.
- Williams, JA., Littman, D., Hall, JH., Bellman, S., Lambert, PB. y Frank, HA. *Coronary arteriography. Clinical experiences with the loop-end catheter*. New Engl. J. Med., 262:328, 1960.