

Proyecciones especiales en hemodinamia (1ª parte)

HORACIO JORGE DI NUNZIO
JULIO d'OLIVEIRA

Servicio de Hemodinamia,
Hospital Militar Central,
Buenos Aires, Argentina

Las proyecciones radiológicas que se utilizan en la rutina de los estudios angiocardiográficos y cinecoronariográficos se obtienen con el haz de rayos X girando sobre un plano transversal que es perpendicular al eje longitudinal del paciente (Fig. 1).

Los progresos obtenidos en cirugía de reparación de numerosas cardiopatías congénitas, aun en edades precoces, han hecho necesaria una mayor precisión diagnóstica en los estudios contrastados, para demostrar mejor las alteraciones anatómicas subyacentes. Esta premisa se aplica también especialmente en la cardiopatía coronaria, donde la superposición de los vasos, su visualización en incidencias oblicuas a la dirección de los mismos, que determinan acortamientos, y la mala visualización de algunos segmentos o caras del ventrículo izquierdo, no siempre brindan una información real.

Estos inconvenientes ha motivado a numerosos autores, en forma casi simultánea, a describir diferentes "proyecciones especiales" (utilizando angulaciones complementarias del haz de rayos X) para el estudio de numerosas cardiopatías congénitas y adquiridas.

La nomenclatura de estas proyecciones especiales utilizada en dichos trabajos es muy variada, e incluso contradictoria, ya que en algunos casos proyecciones similares presentan diferentes nombres.

Así encontramos que algunos de ellos son: proyecciones hemiaxiales,¹ proyecciones axiales,² proyecciones anguladas,^{3,4} posición lordótica,^{5,6} p. craneocaudal,⁷ p. hepatoyugular y oblicua axial larga,⁸ con rotación horaria a antihoraria,⁹ etcétera.

Es nuestro propósito efectuar consideraciones sobre los fundamentos teóricos que llevaron al desarrollo de estas proyecciones, analizar los principios de nomenclatura radiológica convencional con su aplicación a estas proyecciones especiales y señalar las distintas formas de obtener las mismas según el tipo de equipo utilizado.

FUNDAMENTOS TEORICOS

Si bien desde el punto de vista técnico estas nuevas proyecciones parecen complejas, los principios que determinan su utilización se comprenden fácilmente considerando la orientación espacial del corazón en el tórax, con su eje longitudinal dirigido adelante, abajo y a la izquierda.

Esta característica orientación espacial es responsable de que: los ejes longitudinal y transversos del ventrículo izquierdo, sus distintas

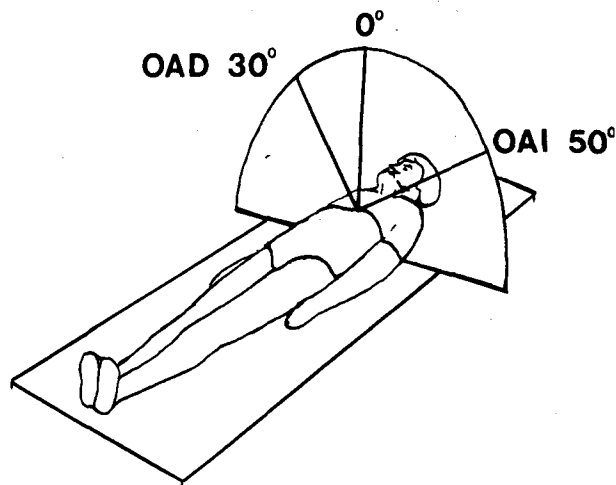


Fig. 1. Plano transverso clásico sobre el cual se obtienen las proyecciones radiológicas y angiográficas convencionales.

caras o segmentos, los planos de ubicación de las válvulas auriculoventriculares y sigmoideas, la orientación de los tabiques auricular y ventricular, la dirección de los distintos sectores de las arterias coronarias, y la ubicación de los grandes vasos y sus ramas, se encuentren desalineados con relación al plano transversal de exploración radiológica clásica. En esta situación, el haz de rayos X incide en una forma que no es ni estrictamente perpendicular ni paralela a la estructura anatómica en estudio, con lo que las imágenes angiográficas obtenidas suelen brindar superposiciones, acortamientos falsos o mala visualización.

Si consideramos el corazón como un cono con las aurículas como base y los ventrículos formando el ápex, el fundamento de estas proyecciones especiales consiste en alinear adecuadamente el eje mayor de dicho cono con el plano de rotación del haz de rayos X. Para ello se coloca el eje longitudinal del mismo en forma estrictamente perpendicular al haz de rayos X. Una vez obtenida esta *alineación axial*, se explora el cono a su alrededor con distintas angulaciones del eje tubo emisor-intensificador rotando sobre este nuevo plano transversal (Fig. 2, a y b).⁸

De este modo, conociendo la anatomía topográfica y espacial de las distintas estructuras cardíacas, podemos obtener la incidencia que se

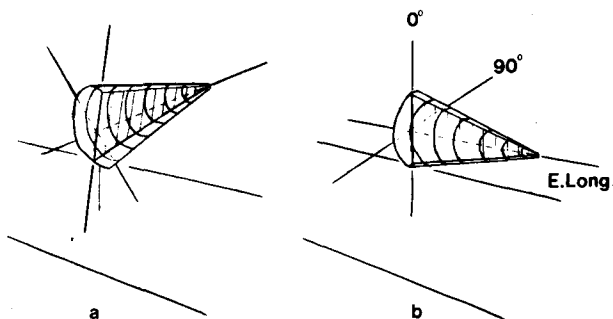


Fig. 2. Representación del corazón como un cono invertido, con las aurículas hacia la base y los ventrículos con el septum en el ápex. a) Corazón con su orientación espacial normal, con el paciente acostado en la mesa de rayos. b) Tras la "alineación axial" del corazón se observa que su eje longitudinal es ahora estrictamente perpendicular al plano transversal de exploración radiológica.

considere más apropiada para el estudio de las mismas.

NOMENCLATURA RADIOLOGICA

Dos principios rigen en la práctica de la radiología convencional la terminología aplicada a las distintas proyecciones:

1. Según la *ubicación del intensificador* (o placa radiográfica) con relación al paciente.
2. Según la *dirección del haz de rayos X* hacia el intensificador en su trayecto a través del paciente.

El principio 1 se aplica en la terminología de las posiciones clásicas obtenidas con el eje tubo-intensificador rotando sobre el plano transversal al eje longitudinal del paciente (Fig. 3, a, b, c y d).

El principio 2 se aplica a las proyecciones frontales (anteroposterior y posteroanterior) y a las proyecciones obtenidas con el haz de rayos X ubicado sobre un plano distinto del transversal clásico (Fig. 3, e, f, g y h). Estas incidencias se denominan caudocraneal o craneocaudal.

La combinación de ambos determina la nomenclatura de las diferentes proyecciones especiales.

Estas se obtienen básicamente por:

- a) rotación del eje tubo-intensificador sobre el plano transversal clásico y
- b) angulación de dicho eje sobre otro plano

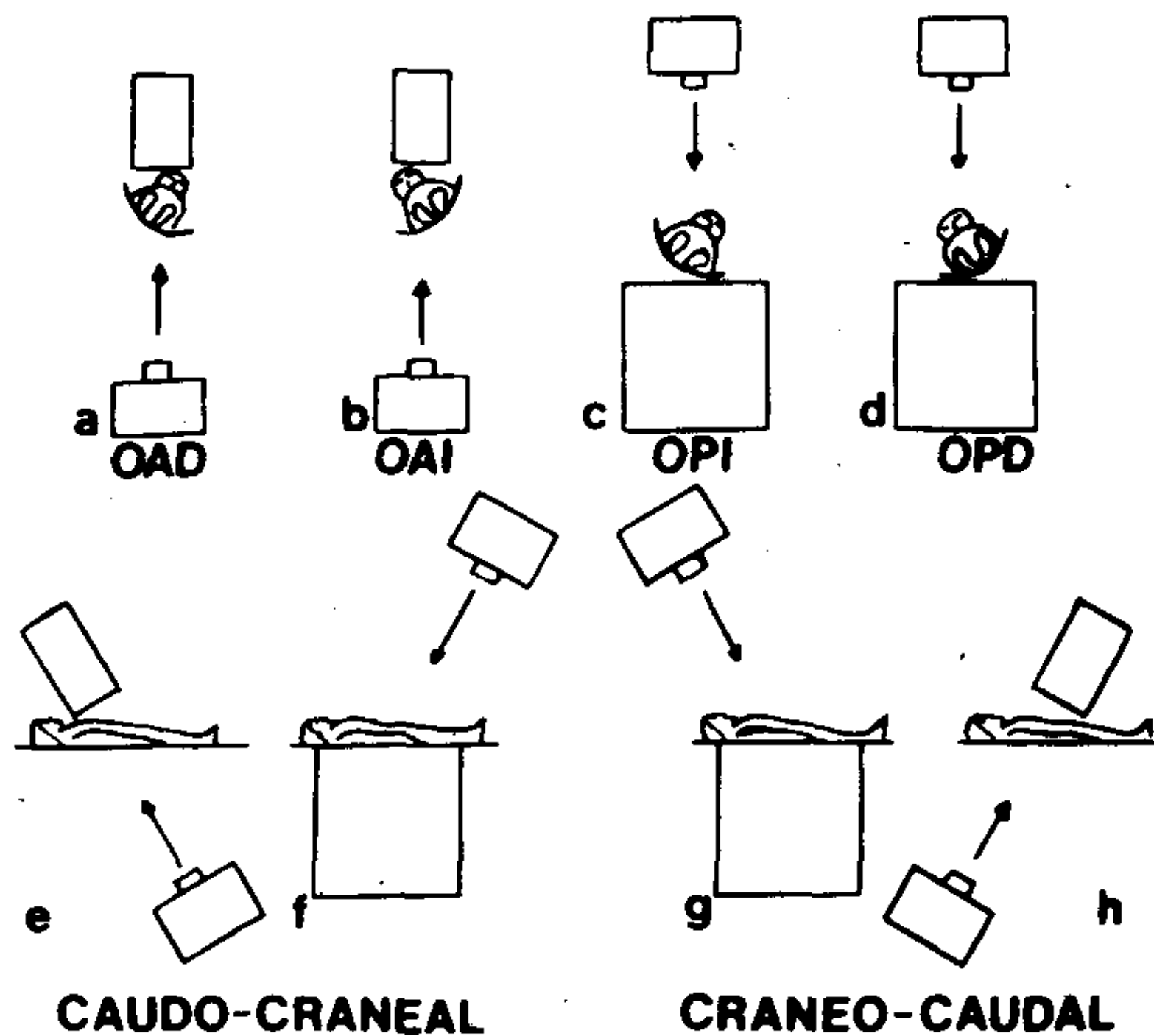


Fig. 3. Nomenclatura convencional radiológica con el uso de distintos sistemas radiológicos: a) y b) (OAD) oblicua anterior derecha y (OAI) oblicua anterior izquierda con el intensificador ubicado delante del paciente; c) y d) (OPI) oblicua posterior izquierda y (OPD) oblicua posterior derecha con el intensificador ubicado detrás del paciente; e) proyección caudocraneal con el intensificador ubicado delante del paciente; f) proyección caudocraneal con el intensificador ubicado detrás del paciente; g) proyección craneocaudal con el intensificador detrás del paciente y h) proyección craneocaudal con intensificador detrás del paciente.

perpendicular al anterior, con una dirección de incidencia del haz de rayos caudocraneal o craneocaudal.

Estos dos movimientos son los que determinan la alineación axial.

Sin embargo, con esta técnica es posible obtener una misma proyección que tenga distintos nombres en consideración con los principios enunciados, según la ubicación del intensificador con relación al paciente.

Por ejemplo: oblicua anterior derecha + angulación caudocraneal y oblicua posterior izquierda + angulación craneocaudal (Fig. 3, a + e y c + g).

En estos dos casos, si bien ambas proyecciones son similares, presentan diferencias angiográficas significativas debido a:

1. Distinta magnificación del órgano en estudio según su vecindad al intensificador.
2. Distorsión considerable en los casos de intensificador fijo debajo de la mesa (Fig. 3, f y g), que no guarda alineación con el tubo.
3. Diferencias de exposición por parte del

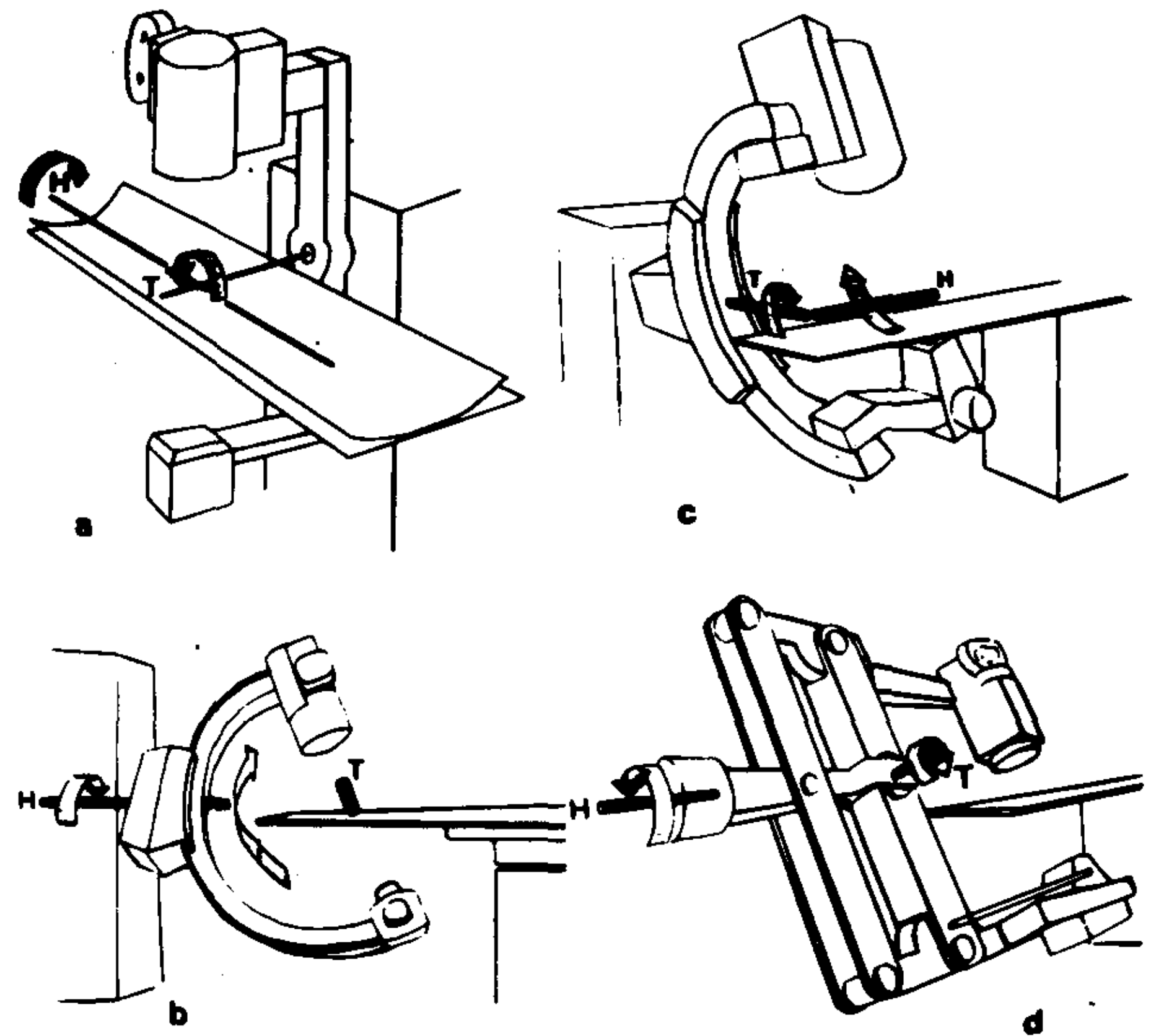


Fig. 4. Equipos radiológicos del Grupo I: a) con mesa fija o cuna rotatoria y tubo-intensificador de montaje vertical al lado de la mesa; b) con arco en C de montaje a la cabecera de la mesa; c) con arco en C de montaje lateral a la mesa; d) con arco tipo paralelogramo deformable de montaje a la cabecera.

operador a la radiación dispersa en ambas situaciones.

EQUIPOS RADIOLOGICOS

La variedad de equipos radiológicos existentes determina que la obtención de estas proyecciones especiales sea diferente técnicamente en cada caso, impidiendo efectuar una descripción general.

Todos los componentes de los equipos (mesa-cuna, tubo-intensificador) se mueven alrededor de alguno de los tres ejes espaciales: horizontal, vertical y transversal. Estos ejes son independientes de los ejes del paciente (si bien en algunos casos coinciden) y determinan la agrupación de los distintos equipos.

Eje horizontal: sobre éste rotan los arcos en U, en C, los paralelogramos deformables y la cuna giratoria (o el paciente sobre la mesa).

Eje vertical: sobre el cual gira la mesa o también el conjunto tubo-intensificador en sentido horario o antihorario.

Eje transversal: eje secundario de movimiento de los arcos en C y de los paralelogramos.

Grupo I: se encuentran en éste aquellos

equipos que presentan los ejes de rotación horizontal y transverso.

a) Equipos con mesa fija o cuna giratoria y tubo-intensificador de montaje vertical (techo) (Sistema L.A.D. de GE) (Fig. 4, a).⁶

Posiciones clásicas: eje horizontal; rotación paciente.

Angulación complementaria: eje transversal; rotación tubo-intensificador.

b) Equipo con arco en C de montaje a la cabecera del paciente (Fig. 4, b).^{3, 6}

Posiciones clásicas: eje horizontal; rotación del arco.

Angulación complementaria: eje transversal; deslizamiento del arco.

c) Equipos con arco en C de montaje lateral a la mesa (Fig. 4, c). Presentan la ventaja, en relación con el anterior, de una mayor posibilidad de angulación (Fig. 4, d).

Posiciones clásicas: eje horizontal; deslizamiento del arco.

Angulación complementaria: eje transversal; rotación del arco.

d) Equipos con arco de tipo paralelogramo deformable (Fig. 4, d).

Posiciones clásicas: eje horizontal; rotación del arco sin deformación.

Angulación complementaria: eje transversal; deformación del paralelogramo.

Grupo II: comprende a los equipos que tienen como ejes de rotación el horizontal y el vertical.

a) Equipos con arco en U y rotación de la mesa en sentido horario o antihorario (Fig. 5, a) (Cardoskop U).

Posiciones clásicas: eje horizontal; rotación del arco.

Angulación complementaria: eje vertical; rotación de la mesa.

b) Equipos con arco en U y rotación de dicho arco sobre su montaje en el eje vertical (Fig. 5, b) (Sistema L/U de GE).

Posiciones clásicas: eje horizontal; rotación del arco.

Angulación complementaria: eje vertical; desplazamiento del arco.

Los equipos biplanares, constituidos por dos conjuntos tubo-intensificador (de instalación fija o móviles con dos arcos en C), se encuentran dentro del grupo I. Simplemente combinan

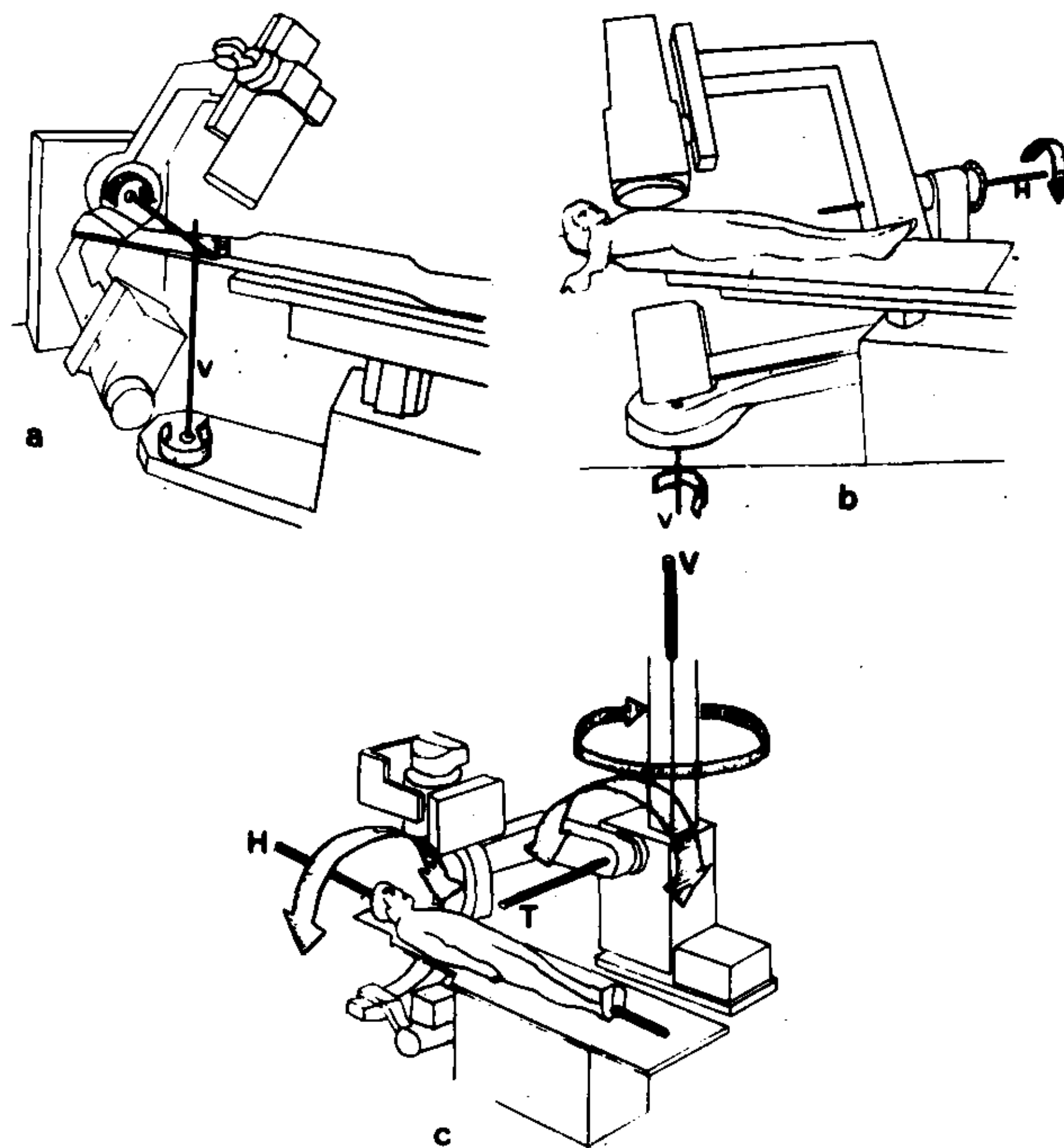


Fig. 5. Equipos de los Grupos II (a y b) y III (c): a) con arco en U y rotación de la mesa sobre su eje vertical isocéntrico; b) con arco en U y rotación del mismo arco sobre su eje vertical isocéntrico de montaje (en ambos casos la rotación es de tipo horaria o antihoraria); c) equipo que presenta la posibilidad de rotar sobre los tres ejes espaciales en forma simultánea. H: eje de rotación horizontal; V: eje de rotación vertical isocéntrico (coincidiendo con el centro del corazón); T: eje de rotación transversal.

sus movimientos para obtener dos proyecciones simultáneas a 90° entre sí.

Grupo III: integrarían este nuevo grupo recientes equipos que presentan la posibilidad de rotar sobre los tres ejes del espacio en forma simultánea, sin mover la mesa. Permiten obtener proyecciones sobre cualquier punto de la superficie de una esfera en cuyo centro esté el corazón en estudio (Angioscop) (Fig. 5, c).

Para obtener la "alineación axial" del corazón con los equipos del Grupo I, se rota el paciente sobre su eje longitudinal (en la mesa o con la cuna) o se moviliza el arco tubo-intensificador hasta la posición oblicua deseada, sobre el plano transversal clásico (Fig. 6, a: AC-Ab). Luego se desplaza el arco sobre un nuevo plano perpendicular al anterior y se obtiene la angulación complementaria del haz de rayos X, con dirección craneocaudal o caudocraneal, según la posi-

ción del intensificador en relación con el paciente (Fig. 6, a: BC-CD).

En el caso de los equipos con instalación fija de tipo vertical, las proyecciones especiales se obtienen moviendo al paciente en los dos planos. Se lo coloca en la posición oblicua y luego en actitud semisentada. Son sin embargo situaciones bastante limitadas.

Los ángulos obtenidos en ambos movimientos con los equipos de este Grupo I definen exactamente la angulación espacial obtenida respecto del paciente.

En el Grupo II, la "alineación axial" se obtiene con dos movimientos. Primero se oblicua el arco en U sobre el plano transversal clásico hasta la posición oblicua conveniente (Fig. 6, b: AC-BC). Luego se logra la angulación complementaria por la rotación de dicho plano sobre su eje vertical en forma horaria o antihoraria, ya sea girando la mesa o todo el arco, según el equipo (Fig. 6, b: posición 1 a 2; y Fig. 5, a y b).

El grado de rotación de la mesa o del conjunto del arco sobre el eje vertical, corresponde al ángulo complementario.

En estos equipos las angulaciones obtenidas en los dos movimientos no definen exactamente la angulación espacial obtenida.

Por comparación con modelos geométricos, se ha comprobado que, para una misma proyección especial obtenida de distintos grupos, las angulaciones no se corresponden. Esto ha motivado la aparición de tablas comparativas.¹² En la práctica éstas no necesitan ser utilizadas, pues lo importante es que cada operador se familiarice con el equipo que utiliza en el modo de obtener la proyección especial que desee.

Para ello cuenta con la ayuda de la fluoroscopia y de pequeños tests de sustancia de contraste.

TERMINOLOGIA

La forma más simple de denominar estas proyecciones especiales, es citar la angulación obtenida en el plano transversal clásico y a continuación la angulación complementaria efectuada perpendicularmente a dicho plano.

Como la angulación complementaria se denomina por la "dirección" del haz de rayos X des-

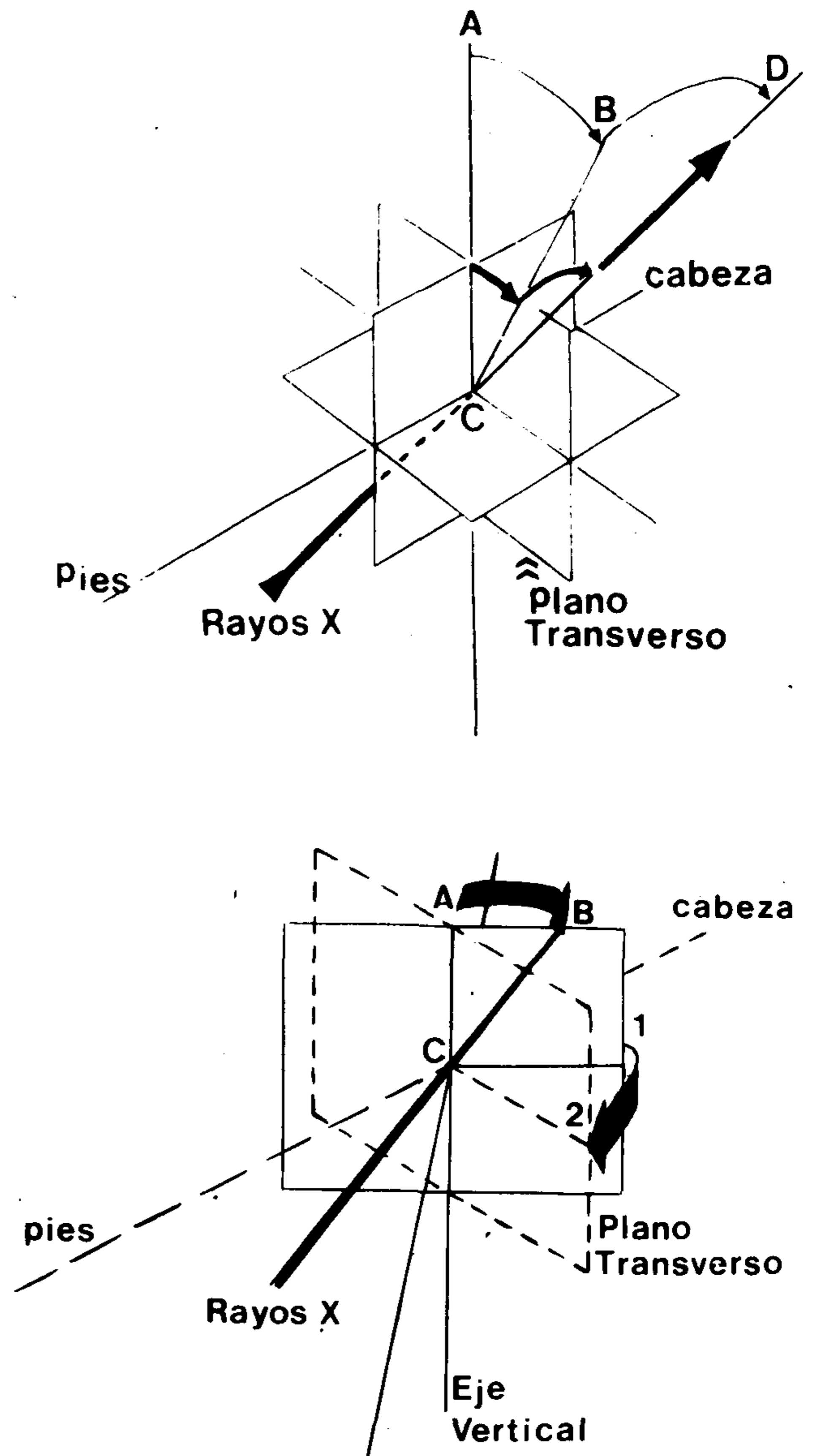


Fig. 6. Esquema del movimiento de angulación complementaria del haz de rayos X (alineación axial) con relación al plano transversal clásico en los equipos del Grupo I (6a) y del Grupo II (6b). a) angulación oblicua izquierda (AC-BC) sobre el plano transversal, por rotación del paciente o de los arcos; BC-CD es el movimiento de angulación complementaria caudocraneal o craneocaudal (según la ubicación del intensificador) en un plano perpendicular al anterior. b) AC-BC: angulación oblicua convencional sobre el plano transversal clásico. La rotación de este último sobre su eje vertical (isocéntrico con el corazón) desde posición 1 a posición 2, deja el haz de rayos X en relación con el paciente con una dirección complementaria caudocraneal o craneocaudal, según la posición del intensificador y el sentido de la rotación del plano (horario o antihorario).

de el tubo emisor hacia el intensificador, es factible referir únicamente la posición de este último en su vecindad con la extremidad cefálica o caudal del paciente.

Ejemplo: oblicua anterior izquierda 50° + angulación caudocraneal 30°, sería lo mismo que: oblicua anterior izquierda 50° + angulación craneal 30°.

En este caso, el intensificador queda ubicado, con relación al paciente, adelante, a la izquierda e inclinado hacia la extremidad cefálica.

Creemos que de este modo la terminología es muy simple, utiliza términos de uso radiológico, es descriptiva por sí misma y comparable aun habiéndose obtenido con diferentes equipos. Eventualmente, puede suministrarse como información complementaria el tipo de equipo utilizado.

COMENTARIOS

Las proyecciones especiales han demostrado ya su gran valor en el diagnóstico de las cardiopatías congénitas^{13,14,15} y adquiridas, en especial en la cardiopatía coronaria,^{1-7,9,11,12,16} habiéndose convertido en algunos casos en proyecciones electivas de diagnóstico.

Estas pueden realizarse con distintos tipos de equipos radiológicos, por medio de la rotación espacial de sus componentes sobre sus diversos ejes o con la movilización del paciente, ayudado por cuñas de telgopor en el caso de equipos con instalaciones fijas.

La variedad de equipos radiológicos hace imposible contar con un método descriptivo uniforme para lograr dichas proyecciones. Hemos descripto sumariamente los distintos grupos de instalaciones según la clasificación existente en base a los ejes de rotación de sus componentes (mesa y arco del tubo-intensificador), y las distintas formas de obtener las proyecciones especiales.

Creemos que la terminología de las mismas debe basarse en los principios clásicos que rigen la nomenclatura radiológica,¹⁶ pues de este modo se eliminan términos confusos que obligan a su memorización. La terminología utilizada en este trabajo nos parece simple, lo que es más importante, resulta descriptiva a los fines de la obtención de cualquier proyección con cualquier

tipo de equipo. Esencialmente consiste en señalar la posición final del intensificador de imágenes con relación al paciente (igual que en las proyecciones clásicas) y citar el equipo utilizado.

Los ángulos de rotación, en los dos planos que definen cada posición, no son estrictamente iguales desde el punto de vista geométrico espacial, si fueron obtenidos con equipos de distintos grupos. Existen tablas comparativas que permiten observar las diferencias existentes. En la práctica su utilización no resulta necesaria, ya que lo importante es obtener la imagen angiográfica característica para cada proyección, y esto se obtiene con la experiencia del operador y con la ayuda de tests de sustancia de contraste, teniendo en consideración la patología en estudio, el hábito del paciente y el grado de cardiomegalia. Los ángulos de referencia sirven a los fines de situar aproximadamente el paciente en la posición ideal.

Las proyecciones especiales determinan una anatomía angiográfica distinta a la que se observa con las proyecciones clásicas. El reconocimiento de ésta y de la anatomía topográfica espacial de las distintas estructuras cardíacas, determinará las indicaciones de su uso según la patología en estudio.

Estas proyecciones especiales deben ser consideradas como complementarias de las proyecciones clásicas que son rutinarias en su uso. En numerosas situaciones brindan información más exacta y por ello su utilización debe ser considerada más frecuentemente en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA

1. Bunnell IL, Greene DG, Tandon RN, Arani DT: The half axial projection. A new look at the proximal left coronary artery. *Circulation* 48: 1151, 1973.
2. Aldridge HE: Better visualization of the asymmetric lesion in coronary arteriography utilizing cranial and caudal angulated projections. *Chest* 71: 502, 1977.
3. Ludwig JW: Supplementary X ray beam projections in coronary arteriography. *Medicamundi* 20: 59, 1975.
4. L'Esperance J, Sathiel J, Peticlerc R, Bourassa MG: Angulated views in the sagittal plane for improved accuracy of cinecoronary angiography. *Am J Roentgenol* 121: 565, 1974.
5. Eldh P, Silverman JF: Methods of studying the proximal left anterior descending coronary artery. *Radiology* 113: 738, 1974.

6. Sos TA, Lee JG, Levin DG, Baltaxe HA: New lordotic projection for improved visualization of the left coronary artery and its branches. *Amer J Roentgenol* 121: 575, 1974.
7. Arani DT, Bunnell LI, Greene DG: Lordotic right posterior oblique projection of the left coronary artery. A special view for anatomy. *Circulation* 52: 504, 1975.
8. Barger LM, Elliot LP, Soto B, Bream PR, Curry GC: Axial cineangiography in congenital heart disease. *Circulation* 56: 1075, 1977.
9. Aldridge HE, McLoughlin MJ, Taylor KW: Improved diagnosis in coronary cinearteriography with routine use of 110°. Oblique views and cranial and caudal angulations. Comparison with Standard Transverse oblique views in 100 patients. *Am J Cardiol* 36: 468, 1975.
10. Eldh P : Axial Views. *Cathet Cardiovasc Diagn* (edit) 2: 315, 1976.
11. Bergmans RF: Oblique, caudal and cranial X ray beam angulation with the poli-diagnost C. A schematic approach to the optimum visualization of the coronary arteries. *Medica mundi* 21: 114, 1976.
12. Taylor KW, McLoughlin MJ, Aldridge HE: Specification of angulated projections in coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 3: 367, 1977.
13. Elliot LP, Barger LM, Bream PR, Soto B, Curry GC: Axial cineangiography in congenital heart disease, Section II. *Circulation* 56: 1084, 1977.
14. Rodríguez Coronel A, Ananía R: El cateterismo cardiovascular en pediatría. *Actualizaciones en Pediatría*, Edit Argon, 1978.
15. Ananía R, Faella A, Rodríguez Coronel A, Perniello M, Pedrini M, Mollón P: Posiciones angiográficas no convencionales en el estudio de las cardiopatías congénitas. V Jornadas Rioplatenses de Cardiología, Uruguay, 1979.
16. Aldridge HE, McLoughlin MJ, Taylor KW: Special angulated projections in coronary arteriography. A confusion in terminology. *Cathet Cardiovasc Diagn* 3: 335, 1977.