

LAS LIMITACIONES DE LA RADIOKIMOGRAFIA DEL CORAZON Y DE LOS GRANDES VASOS

Por el doctor

Cor. M. C. Ret., JORGE MENESES HOYOS *

En la Sección de Radiología del Congreso Médico Panamericano, celebrado en la ciudad de México, en mayo de 1960, leí un estudio acerca de las limitaciones de la Radiología en el diagnóstico cardiovascular³⁵. Ahora me voy a ocupar solamente de las limitaciones de la radiokimografía, así como de los procedimientos de ella derivados (radiokimodensografía, electrokimografía), para el examen del corazón y de los grandes vasos.

Como para la Radiología en general,³⁵ para la radiokimografía³⁶ puede afirmarse que su utilidad y su valor son indiscutibles. Hace más de veinte años publicamos, el doctor Carlos Gómez del Campo⁷ y el autor de este trabajo,³⁰⁻³¹ los primeros estudios sobre radiokimografía en nuestro país, y desde entonces insistíamos en la gran significación de este procedimiento para

el diagnóstico en Cardiología. En la actualidad existen ya varias obras consagradas al tema (Bordet,¹ Cignolini, Heckmann,¹⁷⁻²³ Stumpf,³⁹⁻⁴²), además de capítulos extensos en algunos tratados de Cardiología (Bordet,² Uhlenbrück,⁴⁵). En la forma de electrokimografía (Heckmann,^{15 a 25}) han vuelto a despertar el interés de los cardiólogos.

Aun cuando, para las necesidades habituales de la práctica, el estudio de los movimientos del corazón y de los grandes vasos puede hacerse con la simple fluoroscopia, que ya proporciona más informaciones de lo que se supone (Zimmer,⁴⁶), para un estudio de detalle o de precisión, la radiokimografía ofrece, sobre la transiluminación radiológica, las siguientes ventajas: a) el conservar un documento demostrativo para el futuro; b) el reducir notablemente el factor subjetivo; c) el poder proporcionar magnitudes medibles, y d) el poder reproducir, por kimoscopia, las impresiones que se tuvieron, hace mucho tiempo, inclusive muchos años después de la muerte del paciente.

Pero si estas ventajas son indiscutibles, no se pueden aceptar, de igual manera, la excesiva minuciosidad en el análisis de los trazados, en la forma co-

* Profesor (1936-1950) de Clínica del Aparato Cardiovascular de la Escuela Médico-Militar de México, Fellow of American College of Cardiology. Miembro Corresponsal de la Sociedad Francesa de Cardiología. Miembro de la Sociedad Mexicana de Radiología. Miembro honorario de la Sociedad Radiológica Panameña y de la Fundación "Manuel de Abreu" del Brasil.

mo lo hace P. Cignolini, ni las ambiciosas pretensiones de quienes piden a la radiokimografía más de lo que puede dar. Esto es lo que me ha impulsado a redactar la presente revisión crítica.

Para evitar toda confusión en la nomenclatura, empezaré por definir las características de los procedimientos principales, para después pasar a las limitaciones de la radiokimografía del corazón y de los grandes vasos, dividiéndolas en tres categorías:

a) las de orden técnico, o inherentes a los procedimientos,

b) las de orden fisiológico, o debidas a la complejidad de los movimientos del corazón y de los gruesos troncos arteriales del tórax, y

c) las de orden patológico (o clínico), correlacionadas con las alteraciones patológicas del caso que se trate de diagnosticar.

ALGUNAS DEFINICIONES

Se llama radiokimografía, en general, a la inscripción radiológica (es decir, valiéndose de los rayos X en su acción sobre la película radiosensible) de los movimientos de cualquier órgano. Para grabar los del corazón y de los grandes vasos se han empleado los siguientes procedimientos:

La radiokimografía *lineal* (Sabath, Goett y Rosenthal, 1912¹) es aquella

en la que un diafragma (o placa) de material radiopaco (por ejemplo, el plomo) lleva una hendidura única, frente a la cual desliza una película radiosensible. Es algo parecido a la inscripción óptica de un electrocardiograma, un esfigmograma o un flebograma.

La radiokimografía *plana* (Peikart Stumpf, 1928³⁶ a ⁴³) es aquella en la que el diafragma, o placa, de metal, lleva un gran número de hendiduras o hendiduras, dispuestas paralelamente, de manera de formar una parrilla o rejilla.¹⁻³⁸⁻³⁹ El fin que se persigue es conservar la imagen radiológica (su forma y sus dimensiones), al mismo tiempo que se tiene la inscripción de los latidos del corazón y de los grandes vasos arteriales (Fig. 1). En la parrilla (o rejilla) original de Peikart Stumpf, que parece, todavía en el presente, ser la más apropiada, las hendiduras, de 0.5 mm de anchura, están dispuestas horizontalmente, separadas por distancias (o espacios) de 11.5 mm, de manera que el recorrido es de 12 mm, que se hace en 2.4 segundos, a razón de 5 mm por segundo.³⁹⁻⁴² La exposición se hace, generalmente, durante 3 segundos,¹⁻⁴⁵ empleando un tubo (o ánulo) de ánodo rotatorio, 70 a 80 kilovoltios y 40 a 50 miliamperios, haciendo que medie un metro de distancia entre el foco del ánulo (o tubo) y la película radiográfica.⁴²

Hay dos formas de llevarla a cabo:

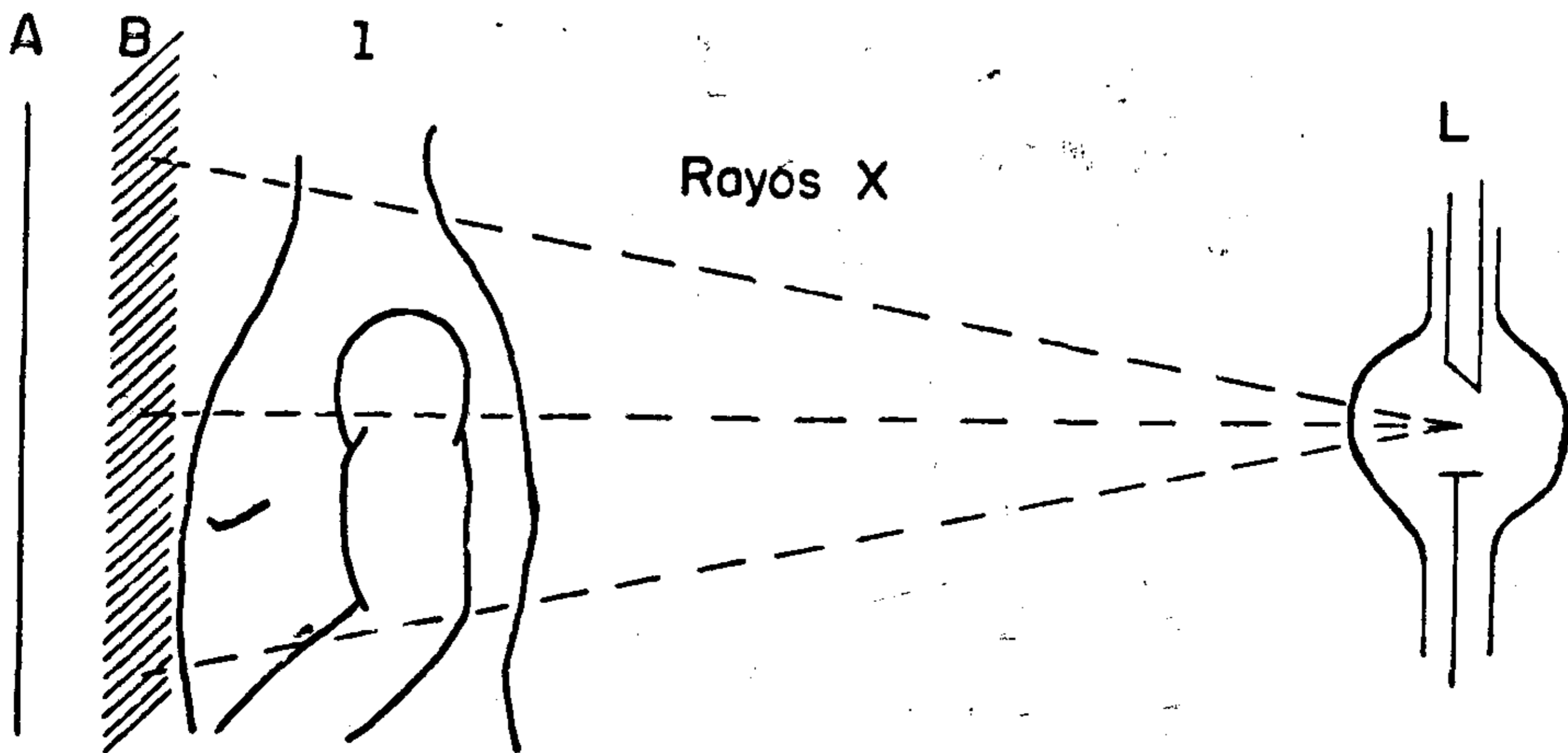


Figura 1. — Principio de la radiokimografía plana (Stumpf). A. — Film. B. — Rejilla o parrilla. L. — Ampula o "tubo" de rayos X. I. — Individuo. En la radiokimografía "escalonada" la rejilla es fija y el film desciende, haciéndose la inscripción de abajo hacia arriba

a) La radiokimografía *plana* propiamente dicha (*Flächenkymogramm* en alemán, *flat radiokymogramm* en inglés, *radiokymographie* en francés) 1-38-45 o *de rejilla móvil* 1-30-45 se caracteriza porque el movimiento de desplazamiento lo hace la rejilla, frente a la película. Tiene la ventaja de que proporciona una mejor imagen del contorno de la sombra radiológica, del cual contorno se graban todos los puntos; pero el inconveniente de que las fases sucesivas del ciclo cardíaco en las curvas o ganchos (*hacken* o *zacken*, en alemán, *crochets* en francés) 1-2-42-45 corresponden a puntos muy próximos, pero no al mismo, lo que deforma un tanto el trazado. La lectura de esta variedad de radiokimografía plana se hace de arriba para abajo (Fig. 2-B).

b) La radiokimografía *escalonada* (*Stufenkymogramm* en alemán, *stepkymogramm* en inglés, *radiokymographie échelonnée* en francés), 1-4-5-42-45-47 que se caracteriza porque el desplazamiento lo hace la película, la cual desciende frente a la parrilla inmóvil (Fig. 2-A). La lectura se hace en sentido contrario, o sea de abajo hacia arriba, y la forma de los ganchos es la simétrica, esto es, la invertida, de los que se graban en el procedimiento de la parrilla móvil. Tiene la radiokimografía escalonada, en cambio, la ventaja de que se registran los movimientos del mismo punto del contorno radiológico, por lo cual las curvas reproducen fielmente los movimientos del contorno de la sombra radiológica del corazón y de los grandes vasos. Tiene el inconveniente de que procede "por escalones", porque no gra-

ba todos los puntos de la silueta, e ignoramos completamente lo que haya entre dos puntos próximos cuyo movimiento se registra (Figs. 3 y 4).

También puede hacerse la radiokimografía plana empleando rejilla con las hendiduras dispuestas verticalmente, o en forma oblicua, o hasta como arcos de círculos concéntricos (A. Morelli, de Montevideo, 1934).¹ Como lo hace notar el profesor Stumpf,⁴² no hay ninguna ventaja en esta innovaciones, pues los contornos que interesa estudiar mejor, que son el derecho y el izquierdo de la silueta, graban mejor sus movimientos usando hendiduras horizontales, y deslizando a la rejilla (o a la película) de arriba hacia abajo.

Se llama radiokimografía de *curvas extendidas* (Delherm,¹) o *analítica* (Cignolini,³⁻⁴⁻⁵), a aquella en la que, a través de una hendidura o de varias, se registran en la película móvil, que se desplaza a gran velocidad, los movimientos del contorno de la sombra radiológica. De esta manera, las curvas se extienden en mayor longitud, y se puede hacer un examen más detallado. En el método de Delherm y de Sundberg de las curvas extendidas (*aux courbes étalées* se dice en francés)¹ se trata de una radiokimografía escalonada, en la cual la distancia entre las hendiduras es de 45 mm, y el recorrido se hace en 3 segundos, a 15 mm por segundo. En el método de P. Cignolini,³⁻⁴⁻⁵ el desplazamiento, de 40 mm, se hace a la velocidad de 50 mm por segundo, con lo que se tiene el registro de varias pulsaciones y se pueden estudiar las arritmias. Lo que se gana en

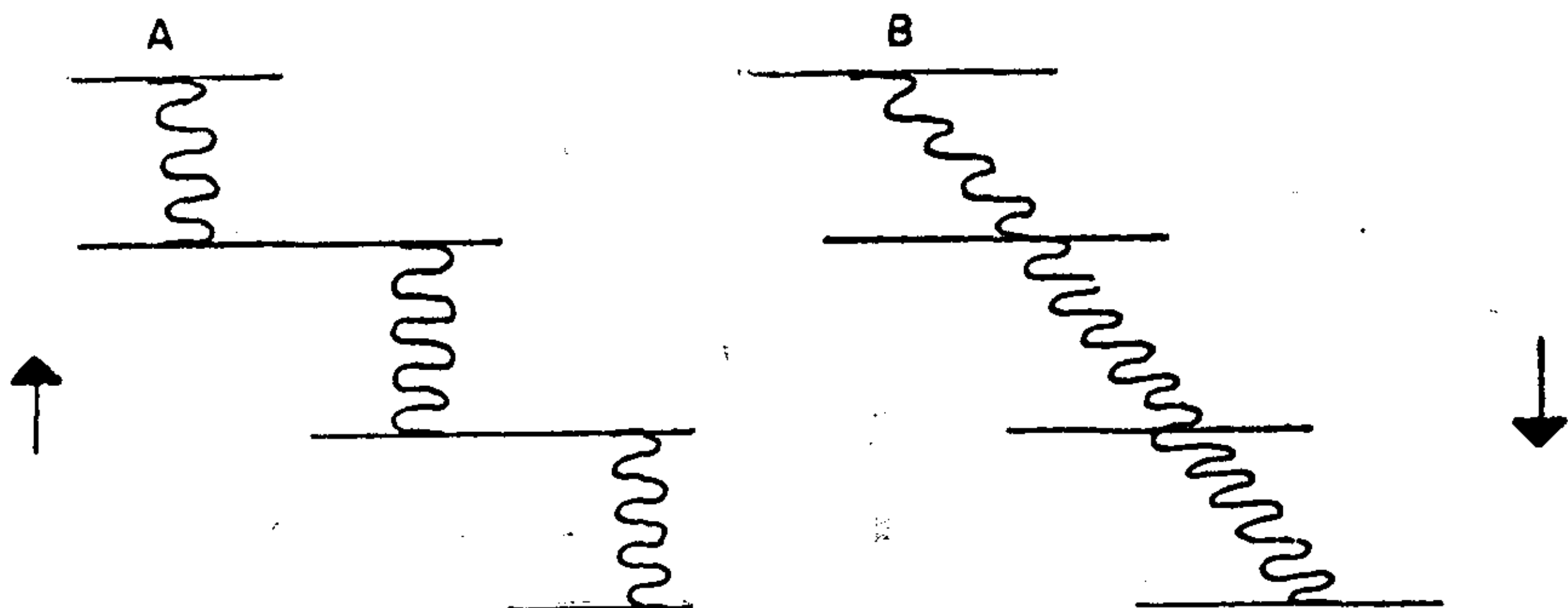


Figura 2. — Forma de los ganchos en la radiokimografía "escalonada" (en A) y de la radiokimografía "con rejilla móvil" (en B), en el botón aórtico

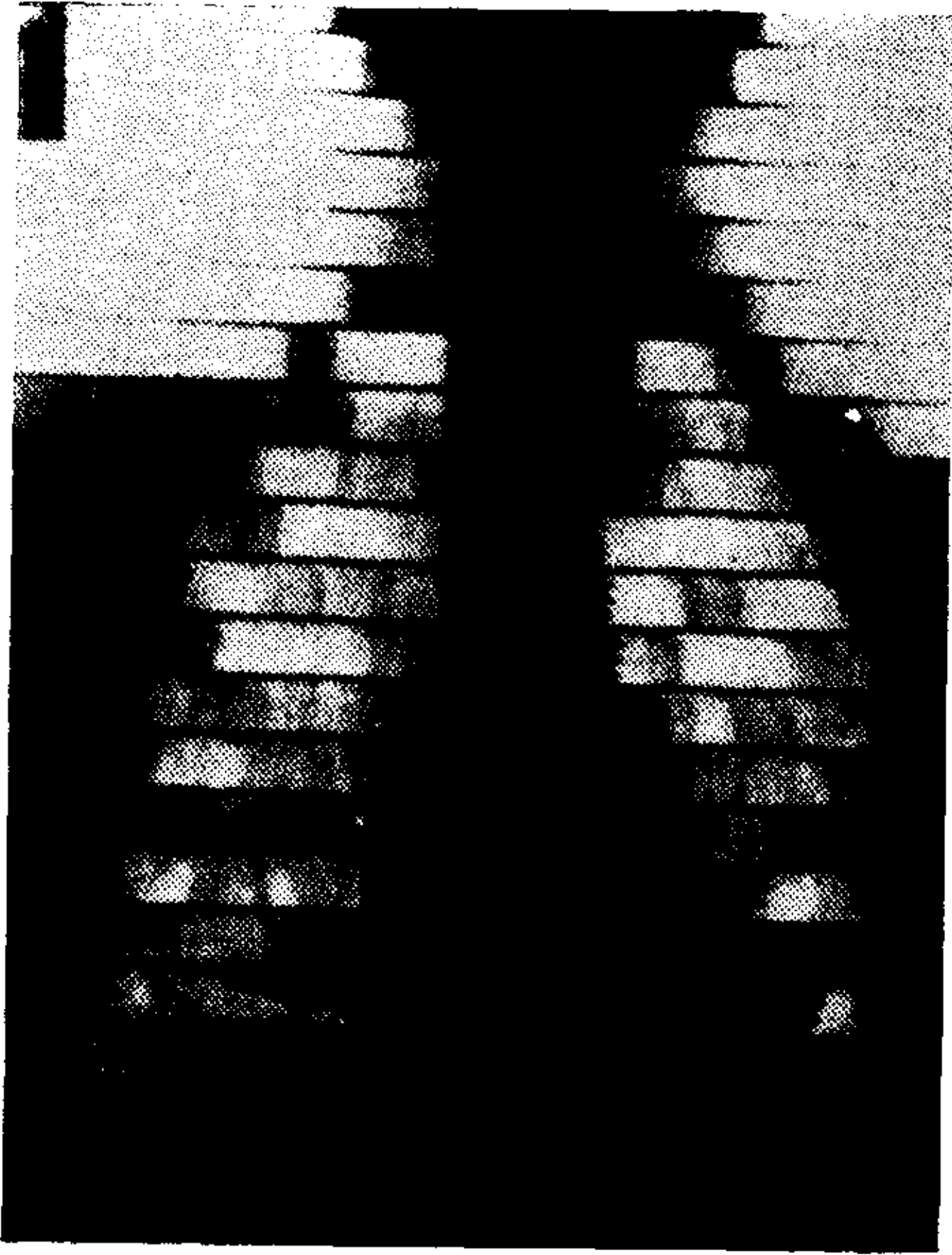


Fig. 3. — Radiokimografía plana "con rejilla fija y película móvil" (radiokimografía escalonada). Según el método de P. Stumpf. Tomada en México en 1938 por el Dr. Carlos Gómez del Campo. Del libro del Dr. Jorge Meneses Hoyos, "Cardiología". Segunda edición, 1943.

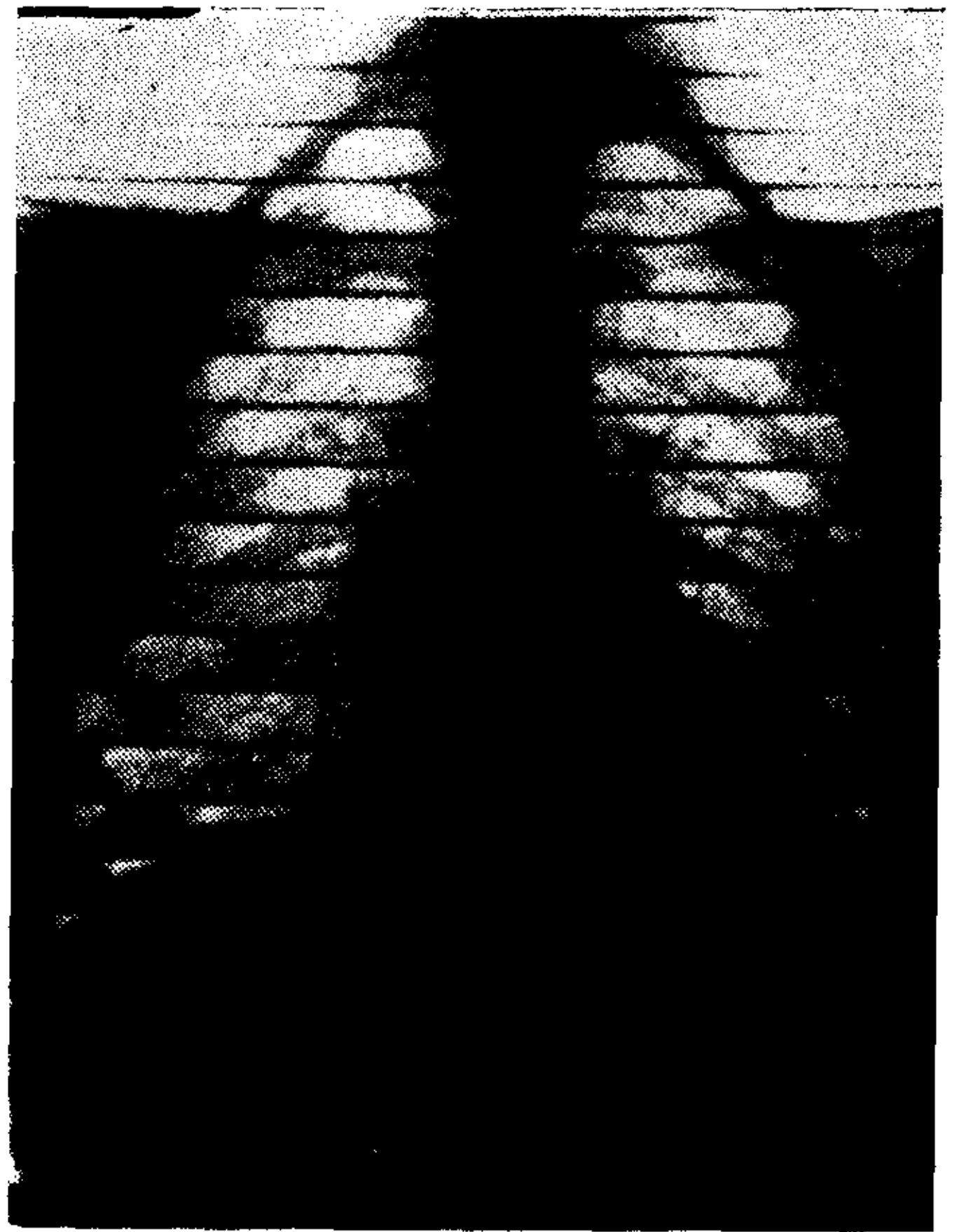


Fig. 4. — Radiokimografía plana "con rejilla móvil y película fija". Radiokimografía plana propiamente dicha. Según el método de P. Stumpf. Tomada en México en 1938 por el Dr. Carlos Gómez del Campo. Del libro del Dr. J. Meneses Hoyos, "Cardiología". Segunda edición, 1943.

extensión se pierde en precisión o nitidez de la curva, que se vuelve borrosa.

La radiokimografía *densográfica*, inventada desde 1931 por el propio P. Stumpf,¹⁻¹⁰⁻³⁸⁻³⁹ consiste en colocar el radiokimograma sobre un potente negatoscopio, o mejor dicho, sobre una poderosa fuente luminosa, centrada sobre la curva kimográfica y en deslizar, con movimiento uniforme, una celda fotoeléctrica sobre la base de los ganchos (o curvas). Esta celda va conectada a un dispositivo eléctrico amplificador, de bulbos (o lámparas) de tres (o de cinco) electrodos y, por intermedio de este dispositivo, con un galvanómetro registrador, de manera de hacer la inscripción por el método óptico, en papel o película, a la manera de un electrocardiograma.

La *electrokimografía* o *electrorradiokimografía* (Heckmann,^{15 a 25} Henny y Boone,²⁶ Zinsser et al.,⁴⁷ (ideada primero con el nombre de *ionografía* por Jakobi, Janker y Schmit (1931)²⁸ y perfeccionada más tarde, en 1945, por Henny y Boone²⁶ y por K. Heckmann,^{15 a 25} consiste en registrar las variaciones de densidad del contorno de la

sombra radiológica del corazón y de los grandes vasos, directamente de la pantalla fluoroscópica, por medio de un dispositivo formado por una célula fotoeléctrica conectada, por medio del amplificador de corriente, con un galvanómetro registrador. Se gana mucho en la perfección del registro, pero como se pierde por completo la imagen de la sombra cardíaca, es más bien un complemento que un sustituto de la radiokimografía plana.

LIMITACIONES DE ORDEN TECNICO, O SEA INHERENTES A LOS PROCEDIMIENTOS

Pueden resumirse así:

1º La *limitación del miliamperaje* (y del kilovoltaje). Se vio ya cómo se requiere, para la radiokimografía, un tiempo de exposición largo, que se acostumbra hacer un poco mayor que el tiempo empleado por la rejilla o parrilla, o por la película, para recorrer el espacio entre dos hendiduras. En el procedimiento clásico de Stumpf,³⁸⁻³⁹⁻⁴² el tiempo del recorrido es de 2.4 segundos y el de exposición es de 3 a 3.5 segundos. En el método de la radioki-

mografía analítica de P. Cignolini,³⁻⁴⁻⁵ debe ser 8 segundos. Como la distancia entre el tubo (o ámpula) y la película no puede ser menor de un metro, para no deformar (por proyección cónica) la imagen radiológica, y como las hendiduras no pueden ser demasiado anchas (pues se perdería la nitidez de los trazados) el producto kilovoltios-miliamperios no puede ser muy bajo, pues se tendría una energía de irradiación insuficiente para impresionar la película radiosensible a la velocidad requerida (5 mm por segundo en el método de Stumpf y 50 mm por segundo en el de Cignolini). Con un número de kilovoltios máximo (peak) de 70 a 80, el miliamperaje no puede ser alto (de más de 100) más que con un punto focal muy grueso (de 4.5 mm por ejemplo) lo que restaría mucho detalle a las imágenes; pero si se usa un punto focal fino (de 1 a 2 mm) el tiempo de exposición de tres segundos o más no puede emplearse más que usando solamente unos 40 a 50 miliamperios para no dañar al ámpula. De no obedecerse estas limitaciones, el calentamiento del tubo (ámpula) sería muy grande (Files⁶). Por esta razón, se emplea ahora siempre el tubo de ánodo rotatorio, que puede resistir el producto de 80 kilovoltios por 50 miliamperios, o sean 4,000 kilovoltios-miliamperios, los ocho segundos requeridos en el método de Cignolini todavía con seguridad, mientras que el máximo para los tubos de ánodo estacionario, para ese tiempo, es de 3800 kilovoltios-miliamperios (Files⁶). Como se ve, no se puede utilizar en miliamperaje alto (de 200 miliamperios) como para las telerradiografías, sin sobrecalentar el ámpula. Esta limitación es importante. Stumpf aconseja usar siempre el ánodo rotatorio, 80 kilovoltios, 50 miliamperios y 3 segundos de exposición.

2º Con la explicación anterior queda dicha la *limitación del tiempo*. Para el estudio de las arritmias, el tiempo de un segundo (método de Hirsch),²⁷ o de 2.4 segundos (procedimiento de Stumpf), o de 3 segundos (técnicas de Delherme y de Sundberg), resultan insuficientes. Si se recurre al prolongado tiempo de exposición de 8 segundos,

como lo hace Cignolini, con una velocidad de 50 mm por segundo, los contornos, débilmente impresionados, resultan borrosos aún ensanchando la hendidura a 2 mm.

3º La *limitación de la amplitud de la hendidura*. Si se reduce la anchura de éstas a menos de 0.5 mm las imágenes resultan pálidas, y si se amplifican las hendiduras a más de 2 mm se pierde nitidez en los contornos. En rigor, la amplitud de la hendidura tiene que ser mayor si se aumenta la velocidad de deslizamiento de la película o de la parrilla. Como lo hizo notar Sundberg,¹ tiene una gran importancia el cociente de dividir la amplitud de la hendidura entre el número de milímetros por segundo o velocidad de desplazamiento de la parrilla o de la película. Mientras más alto es este cociente, mejor será la nitidez de los contornos de la curva radiokimográfica. Es mejor este cociente en el método de Stumpf (1/10), que en el de Cignolini (1/25) y que en el proceder de Delherm (1/30).¹

4º La *limitación de la distancia* del foco a la película es importante. (Grasser⁹), especialmente cuando se quiere contar con los tamaños sistólico y diastólico del corazón, asociando el método de Röhrer y Kahlstorf²⁹ para medir el volumen del corazón, con la radiokimografía, tal como lo intentó Nylin, con el propósito de averiguar el gasto, o volumen sanguíneo expulsado por el corazón por sístole. El agrandamiento y la deformación de la imagen del corazón, que son insignificantes a 2 metros de distancia³¹ son todavía importantes a la distancia de un metro. Si se pretende aumentar la distancia, conservando la opacidad y la nitidez a los contornos de la silueta radiológica, se tronieza con otras limitaciones, las del miliamperaje y el kilovoltaje.

5º La *elección entre la parrilla móvil y la parrilla fija* significa elegir entre una u otra clase de esas limitaciones: con la primera, se tienen a todos los puntos de la silueta cardíaca, pero las variaciones de posición durante el ciclo cardíaco que se estudian no son del mismo punto, sino cuando más de puntos vecinos y próximos; con la segunda,

se tiene el trazado del mismo punto; pero se cuenta solamente con determinados de la silueta radiológica, separados por la distancia que corresponde a los intervalos entre cada dos hendiduras.

6º Con la radiokimografía lineal, con la radiokimografía analítica, pero especialmente con la densografía y la electrokimografía, se puede estudiar bien la movilidad de un punto determinado del contorno de la sombra radiológica; pero renunciando, en los dos últimos procedimientos, a la reconstrucción de la imagen total del corazón.

LIMITACIONES DE ORDEN FISIOLÓGICO

Las limitaciones de orden fisiológico, para que los trazados radiokimográficos traduzcan fielmente las variaciones de volumen de cada cámara cardíaca estudiada, son las siguientes:

1º La influencia de los *movimientos respiratorios*. Se sabe que durante la inspiración se alarga la sombra radiológica del corazón y se dispone verticalmente, mientras que durante la expiración dicha sombra se ensancha y se dispone horizontalmente. Esto significa un movimiento impreso a los puntos de la silueta, movimiento que se superpone al provocado por las variaciones sistólico-diastólicas del volumen del órgano, originadas por el vaciamiento y el llenado alternativos de las aurículas y de los ventrículos. Se procura descartar la influencia de los movimientos respiratorios, ordenando al paciente que se mantenga en apnea, en inspiración media, durante la toma de la radiokimografía; pero es difícil la inmovilidad absoluta en la apnea prolongada durante tres segundos (método de Stumpf) y, con mayor razón, durante ocho segundos (método de Cignolini).

2º El *movimiento de oscilación pendular del corazón*. Cuando el llenado de las cámaras cardíacas (diástole), el cuerpo mismo del órgano se desplaza hacia la izquierda, de manera que el contorno del ventrículo izquierdo se mueve lateralmente (hacia afuera), mientras que el contorno derecho de la sombra cardíaca se aproxima a la línea

media. Cuando la sístole de los ventrículos, la región vecina de la punta del corazón tiende a aproximarse a la línea media, y el margen (o contorno) derecho de la silueta tiende a desplazarse hacia afuera (hacia la derecha). En el pedículo vascular el movimiento es opuesto. Tal forma de movimiento pendular es la que se observa en los corazones sanos,⁴² en personas jóvenes o en adultos,¹¹ donde se aprecia que las curvas (o ganchos) se exageran en el lado izquierdo del contorno, especialmente en la vecindad del ápex, mientras que se atenúan en el borde (o margen) derecho y en la porción basal del arco inferior izquierdo. Así acaece en el tipo I de Stumpf de distribución de la amplitud de los ganchos entre la base y la punta del corazón, que se observa más a menudo en los corazones pequeños y juveniles¹⁻¹¹⁻³⁹⁻⁴²⁻⁴⁵. En cambio, en los corazones dilatados o hipertrofiados, más comunes en las personas de edad avanzada (con arterioesclerosis de las coronarias y del miocardio), puede presentarse el tipo II de Stumpf, caracterizado por las oscilaciones más amplias en la región de la base del ventrículo izquierdo que en la punta, lo que se debe a que, debido al obstáculo al vaciamiento ventricular, el desplazamiento de la punta se efectúa hacia abajo y a la izquierda durante la sístole, con lo que se atenúa la amplitud de las curvas (ganchos). Como también existen tipos intermedios,^{1,42-47} se advierte que el movimiento pendular puede deformar el ventriculograma. Esta es la objeción principal que Stumpf⁴² opone a la radiokimografía analítica de Cignolini.^{3 a 5}

3º El movimiento de torsión sistólica del corazón alrededor de su eje longitudinal, en el sentido de las agujas de un reloj, con la distorsión diastólica consiguiente, contribuye también a alterar la forma de los ganchos y su interpretación.

3º El movimientos de torsión sistólica principalmente el transmitido o de desplazamiento, provocado por la contracción de los ventrículos vecinos, de modo que los ganchos auriculares se pueden distinguir por ser romos y sistólicos, o bífidos, con dos ondulaciones: la pre-

sistólica (auricular) y la sistólica (transmitida de los ventrículos vecinos).

5º La última limitación de orden fisiológico es la siguiente: por la forma de los ganchos, se pueden reconocer los límites y la extensión de las porciones vascular, auricular y ventricular del contorno izquierdo de la silueta cardíaca en dorsoventral; pero en la vecindad de la punta no es fácil fijar los límites de ambos arcos ventriculares, derecho e izquierdo, pues ambos ventrículos dan la misma forma de ganchos o trazados.

LIMITACIONES DE ORDEN PATOLOGICO (CLINICO)

Son tantas que no cabría aquí un análisis detenido. Puede encontrarse una exposición algo más detallada en la comunicación que presenté al congreso ya aludido³⁵; pero el tema es tan extenso como para no agotarlo en una conferencia ex profeso. Pudiera proceder señalando las limitaciones a cada una de las aplicaciones de la radiokimografía consignadas en el libro de Uhlenbrück⁴⁵ o recurrir a ejemplos de casos particulares, como lo hace Stumpf en uno de sus libros⁴²; pero de esta manera rebasaría de cualquier modo la extensión que se puede otorgar al tema en una comunicación como la presente. Antes que todo, debo hacer presente que las limitaciones de orden patológico no son más que la consecuencia de las limitaciones de orden fisiológico llevadas a los casos de anormalidad patológica.

Como resultado de la superposición de las variaciones provocadas por el alternativo llenado y vaciado de las cámaras cardíacas con los movimientos de oscilación pendular del corazón, los ganchos pueden quedar muy amortiguados y deformados, y aún faltar completamente, en una porción del arco ventricular izquierdo, sin que se pueda pensar por ello en un derrame pericárdico¹³ ni en una zona muda de infarto del miocardio reciente¹⁴.

Las zonas silenciosas de los infartos del miocardio, por lo demás, no son fáciles de descubrir radiológicamente, más que cuando se localizan en la vecindad del contorno izquierdo de la silueta ra-

diológica, de manera que escapan generalmente al examen fluoroscópico y radiokimográfico en la mayoría de los infartos anteroseptales y posteroinferiores⁴⁵.

En ciertas anomalías congénitas del corazón (la tetralogía de Fallot, el complejo de Eisenmenger) no se puede delimitar con seguridad, en el contorno izquierdo de la silueta cardíaca, la parte que corresponde al ventrículo izquierdo de la que corresponde al derecho, ni por la fluoroscopia, ni por la radiokimografía²³⁻⁴²⁻⁴⁴.

No siempre es fácil diferenciar, por la simple radiokimografía, los movimientos de expansión de un aneurisma de la aorta de los puramente transmitidos que pueden observarse, a veces, en los tumores del mediastino⁷⁻³⁴, aun cuando en algunos casos se tengan muy valiosas informaciones⁷⁻³⁴⁻⁴⁵, pues hay aneurismas aórticos de paredes muy gruesas³¹⁻³⁴, que casi no están animados de latidos y, los que se presentan, son más bien transmitidos como si se tratara de tumores mediastinales⁷⁻³⁴⁻⁴⁵.

Además, cuando hay defectos en los tabiques interauriculares e interventricular, se modifican las curvas kimográficas, tanto de las cámaras izquierdas como de las derechas, sin que sea posible averiguar, con este procedimiento solamente, cuál es la dirección del flujo o *shunt*, si de izquierda a derecha o de derecha a izquierda³³⁻⁴²⁻⁴⁴.

Tampoco se pueden diferenciar, por la forma de los ganchos, las sobrecargas "de llenado" de las debidas a un "obstáculo al vaciamiento ventricular", más que en los casos extremos en que se produzcan los tipos I y II de Stumpf a que aludimos¹⁻²³⁻⁴²⁻⁴⁵.

RESUMEN

1. La radiokimografía plana es un procedimiento muy útil para el diagnóstico cardiológico. Como la radioscopia, la radiocinematografía y la radiokimoscopia proporciona informaciones acerca de los movimientos del corazón que escapan al ortodiagrama, a la telerradiografía y a la angiocardiógrafa. Tiene sobre la electrokimografía la ventaja de proporcionar una imagen de la

sombra cardíaca, y sobre la radioscopia las siguientes: disminuye la importancia del factor personal en la interpretación, permite conservar un documento permanente y ofrece magnitudes medibles. También permite una mejor delimitación de los arcos de la silueta cardíaca.

2. Sin embargo, tiene algunas limitaciones, sobre las que no se ha insistido suficientemente. Estas limitaciones son de tres órdenes: técnicas, fisiológicas y clínicas o patológicas.

3. Las primeras se deben a la imposibilidad de tener, al mismo tiempo, la imagen de todos los puntos del contorno de la silueta radiológica del corazón y de los grandes vasos con la inscripción de los movimientos del mismo punto de la silueta. También hay imposibilidad para lograr la nitidez de los contornos al mismo tiempo que una inscripción, prolongada un tiempo suficiente, a una distancia satisfactoria entre el foco del ánodo de rayos X y la película radiográfica, distancia que es indispensable que sea de un metro o más para no deformar ni agrandar la sombra cardíaca. Las dificultades técnicas provienen de que no se pueden exagerar ciertos factores sin tener que amenguar a otros. No se puede, a la vez, aumentar el tiempo de exposición y el producto del miliamperaje por el kilovoltaje, sin calentar en exceso al ánodo. No se puede, a la vez, incrementar la distancia, disminuir el producto del kilovoltaje por el miliamperaje, exagerar la velocidad de deslizamiento de la parrilla y estrechar sus hendiduras, sin provocar una extrema palidez de la imagen radiográfica. No se pueden ensanchar las hendiduras sin volver borrosos los contornos. No se puede reducir el tiempo de recorrido y de exposición sin disminuir a muy pocos los ciclos cardíacos. No se puede retardar el deslizamiento de la parrilla sin que las curvas se estrechen a tal grado que es difícil su lectura.

4. Las limitaciones de orden fisiológico provienen de la superposición, en los puntos del contorno de la sombra cardíaca, de los movimientos debidos al llenado y al vaciamiento de las cámaras cardíacas, de los debidos a la oscilación pendular del órgano y de los mo-

vimientos agregados transmitidos por las cámaras vecinas, y eso sin contar con la influencia de los movimientos respiratorios sobre la forma de la imagen cardíaca. No se puede fijar con toda precisión el sitio exacto de la punta del corazón en el arco inferior del lado izquierdo, porque los ganchos del ventrículo derecho no difieren considerablemente de los que proporciona el ventrículo izquierdo.

5. Los factores de orden patológico o clínico son solamente la consecuencia de los factores de índole fisiológica aplicados a los estados patológicos.

BIBLIOGRAFIA

1. *Bordet, E. y Fishgold, H.*: "Radiokymographie du coeur et des vaisseaux". Masson. París, 1937.
2. *Bordet, E.*: "Principes de radiologie du coeur et des vaisseaux". V. Etudes des battements, du 11006, pages 1 a 6. Volume "Coeur et vaisseaux" de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Séguier. París, 1945.
3. *Cignolini, P.*: Roentgenmiografía cardíaca. Radiología médica, 1933, p. 19.
4. *Cignolini, P.*: Die Roentgenokymographie mit untergrochen Schlitz. Fortschr. a. d. Geb. Roentgenstrahl H., 1934, 3: 49.
5. *Cignolini, P.*: Analytic Roentgenkymography (R. K. A.). Acta Radiologica. Stockholm. Supp. 1954, 116.
6. *Files, C. W.*: "Medical Radiographic Technic". Ch. C. Thomas. Springfield. 1945.
7. *Gómez del Campo, C. y Meneses Hoyos, J.*: La Radiokymografía en el Diagnóstico Diferencial entre Aneurismas de la Aorta y Tumores del Mediastino. México Médico. Diciembre de 1938, (págs. 5-14).
8. *Grasser, H.*: Roentgenkymographische Zeichen beim gastrokardiales Symptomenkomplex (Röhmel) Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstrahl. u. d. Nuclearmedizin. 1958, 89: 558-560.
9. *Grasser, H.*: Distanzkymographie. Roentgenblätter. Heft. 1958, 11, s. 1-14 Nov.
10. *Grasser, H.*: Kymokinokopie (K. K. K.) nach Prof. Stumpf. Roentgenblätter. 1959, 12, Heft 9, s. 1-4 Sept.
11. *Heckmann, K.*: Die Lageänderungen des Herzens während der Pulsation und ihr Ausdruck im Flächenkymogramm. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstrahl. 1937, 4, s. 319-333.
12. *Heckmann, K.*: Die pulsatorischen Bewegungen im Pulmonalis gebiet und ihr Ausdruck im Flächenkymogramm. Klinische Wochenschrift. 1937, Bd 16. s. 733-736.
13. *Heckmann, K.*: Die Symptome des Perikardergusses. Muenchener Medizinischen Wochenschrift. 1937. Nr. 2, s. 60.
14. *Heckmann, K.*: Die Symptome des Myokardschadens im Kymogramm Wiener Zeitschrift für inner Medizin. 1946, H. 10, s. 424.

15. *Heckmann, K.*: Das Verhalten des Massenmittelpunktes bei der Herzpulsation. Roentgenpraxis. 1948, 17: 168.
16. *Heckmann, K.*: Zur Geschichte der Elektrokymographie. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstrahl. 1951, Bd 75, H. 4, s. 473-475.
17. *Heckmann, K.*: "Grudriss der Elektrogymographie. Phase analyse und Raumkymographie des Herzens". G. Thieme Verlag. Stuttgart, 1952.
18. *Heckmann, K.*: Die dyskoordinierte Tätigkeit der Ventrikel. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstrahl. 1952, Bd 77, H 3, s. 343-349.
19. *Heckmann, K.*: Kritisches zur Elektrokymographie. Fortschr. a. d. Geb. de Roentgenstrahl. 1952, Bd 77, H 4, s. 444-451.
20. *Heckmann, K.*: Grundsätzlich Betrachtungen zur Elektrokymographie. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstrahl. 1952, Bd 77, H 6, s. 725-728.
21. *Heckmann, K.*: Was ist Elektrokymographie? Roentgenblätter. 1953, 6: 61-66.
22. *Heckmann, K.*: Die elektrokymographischen Befunde bei Mitralfehlern. Verhandl. d. Detusch Gesselsch. f. inn. Mediz. 60 Kongress. 1959, 552-557.
23. *Heckmann, K.*: "Elektrokymographie" J. Springer. Berlín, 1959.
24. *Heckmann, K.*: Der Vorhof-Septum Defekt im Elektrokymogramm. Fortschr a. d. Geb. d. Roentgenstrahl u. d. Nuclearmedizin. 1959, Bd 91, H 2, s. 172-181.
25. *Heckmann, K.*: Die Intraventrikuläre Pulsation und ihr Ausdruck im Elektrokymogramm. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstr. u. d. Nuclearmedizin. 1960, Bd 93, s. 585-593.
26. *Henny, G. C. y Boone, B. R.*: Electroky-mograph for recording heart movements utilising the roentgenoscope. Amer. Jour. Roentgenology. 1945, 54: 217.
27. *Hirsch, J. S.*: The examination of the heart by roentkenkymograph method. Brit. J. Radiology. 1934, 7: 84.
28. *Jakobi, J.; Janker, R. y Schmitz, W.*: Untersuchungen mit dem gleichzeitig aufgenommenen Elektrokardiogramm, Roentgenokymogramm uno Ionogramm. lin. Wochenschrift. 1931, s. 1294.
29. *Kahlstorf, A.*: Möglichkeiten und Ergebnisse Roentgenologische Herzbestimmungen. Klin. Wochenschr. 1938, 17: 223.
30. *Meneses Hoyos, J. y Gómez del Campo, C.*: La Radiokimografía con rejilla móvil. México Médico. 1938, pp. 18-26.
31. *Meneses Hoyos, J.*: "Cardiología". Primera edición 1939. Segunda edición. México 1943.
32. *Meneses Hoyos, J. y Araujo, J. J.*: Interpretación de los Arcos Inferiores (Cardíacos) de la Silueta Radiológica Cardiovascular en las Oblicuas. Revista Mexicana de Radiología. 1954, 9: 233.
33. *Meneses Hoyos, J.*: La Radiokimografía en los Defectos del Tabique Interauricular. Dos nuevos signos para el diagnóstico radiológico de esta anomalía congénita. Radiología. Panamá. Septiembre, 1953.
34. *Meneses Hoyos, J.*: La Pulsatilidad de la Sombra Radiológica de los Aneurismas de la Aorta. Rev. Mexicana de Radiología. 1956, 10: 217-255.
35. *Meneses Hoyos, J.*: Limitaciones de la Radiología en el Diagnóstico Cardiovascular. Trabajo leído el 3 de mayo de 1960 en la Sección de Radiología del Congreso Médico del 35 aniversario de la fundación de la Panamerican Medical Association. Medicina. 1960, 40: 847, 1-11.
36. *Stumpf, P.*: Die Gestaltänderungen des schlagenden Herzens im Roentgenbild. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstr. 1928, Br 38, H 6, s. 1055-1067.
37. *Stumpf, P.*: Die Isographie und Kinematographie des Herzens. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstr. 1929, Br 40, c. 798-804.
38. *Stumpf, P.*: Roentgenkymography as a diagnostic aid. Radiology. 1938, 31: 391-397.
39. *Stumpf, P.; Weber y Weitz*: Roentgenkymographische Bewegungslehre innere Organe. G. Thieme, Leipzig, 1936.
40. *Stumpf, P.*: Rückblick zur Kymographie des Herzens. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstr. 1943, Bd 68, s. 283-291.
41. *Stumpf, P.*: Das nervöse Herz im Kymogramm. Fortschr. a. d. Geb. d. Ronetgenstr. 1951, Br. 75, s. 173-179.
42. *Stumpf, P.*: "Kymographische Roentgen-diagnostik zur Beurteilung des Herzens im Beispielen". G. Thieme. Stuttgart, 1951.
43. *Stumpf, P. y Grasser, H.*: Durchleuchtung u. Flächenkymographie in der Praxis. Fortschr. a. d. Geb. d. Roentgenstr. 1959, Bd 90, s. 314-323.
44. *Thurn, P.*: Haemodynamik des Herzens im Roentgenbild. G. Thieme. Stuttgart, 1956.
45. *Uhlenbruck, P.*: Oie Herzkrankheiten. J. A. Barth. Leipzig, 1939.
46. *Zimmer, A.*: "Die Durchleuchtungs technik der Thoraxorgane". Benno und Schabbe Verlag. Basilea, 1946.
47. *Zinsser, A. F.; Kay, C. F. y Benjamin, J. M.*: The elektrokymograph. Studies in recording fidelity. Circulation. 1950, 2: 159.