

Hallazgos osciloscópicos precoces en relación al desplazamiento de electrodo

Dres. BERNARDO B. LOZADA (h.) y ALEJANDRO DUSSAUT (h.)

RESUMEN

A fin de conocer la importancia pronóstica de algunas alteraciones osciloscópicas en relación al desplazamiento de electrodo, se efectuó un estudio prospectivo en 2 grupos de pacientes con marcapasos; uno de ellos con oscilogramas normales y otro con diversas anomalías en la morfología de las ondas. El primer grupo de 20 pacientes, mostró un porcentaje de desplazamiento del 10 %, mientras que el segundo, de 22 pacientes, tuvo un porcentaje de desplazamiento del 54,5 %. Estos porcentajes fueron significativamente diferentes con el método de X^2 . Del análisis de los resultados se infiere la importancia pronóstica de cada una de las alteraciones descritas, como la hiperpolarización del electrodo o las anomalías combinadas.

El desplazamiento del electrodo endocavitario es un hecho lo bastante frecuente como para preocupar a más de un equipo que trabaje en este campo. Los porcentajes de aparición del mismo han sido comentados por diversos autores en distintas series de casos, y no es nuestra intención detenernos en su análisis. Sólo diremos que, según se trate de uno u otro grupo de trabajo, la fre-

cuencia del desplazamiento oscila entre el 5 y el 10 % (1, 2).

Con el fin de prevenir tal complicación sin usar otras vías de abordaje, se han desarrollado diversas técnicas de autofijación de los electrodos (2, 4).

La utilización de criterios múltiples para determinar la correcta ubicación del electrodo también nos ha sido útil:

1º) Un criterio anatómico, basado en la topografía radiológica de ubicación en base y punta de V.D., con una suave curva en A.D.

2º) Un criterio funcional, apoyado en 3 pilares: aceptable umbral de estimulación corregido a la duración real del estímulo, correcto sensado de potencial endocavitario suficiente, y "curva de lesión" en el ECG endocavitario del electrodo distal no mayor de 0.5 mV.

Sin embargo, ni la rigurosidad de criterios ni las múltiples técnicas de autofijación (excluyendo los catéteres epimio-cárdicos, que presentan otras complicaciones que no entraremos a detallar) han logrado dar una respuesta adecuada al problema del desplazamiento, que se mantiene en porcentajes constantes para nuestras últimas series (5).

No es intención de este trabajo hacer la crítica a tales procedimientos, ni comparar los resultados de las vías epicár-

Centro Especializado en Marcapasos. Independencia 947, Capital.

dicas y la endocavitaria, sino hacer un aporte al diagnóstico precoz del desplazamiento, o mejor dicho, lograr el reconocimiento de alteraciones osciloscópicas **premonitorias** de tal eventualidad, de manera de obtener elementos de juicio que permitan valorar la necesidad de un tratamiento cuando aún hay respuesta 1 a 1. Esto resulta por demás importante si se tiene en cuenta que el desplazamiento de catéter suele ser el causante de la muerte súbita del paciente marca-pasaedo en numerosas oportunidades.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se planteó como un seguimiento prospectivo a lo largo de 12 meses.

Se seleccionaron 2 grupos de pacientes. El grupo A, con morfologías osciloscópicas normales, portadores de marcapasos con catéter endocavitario bipolar Medtronic 5818 y Electronique Appliqueé BRA 3060, compuesto por 20 pacientes (figura 1). El grupo B, compuesto por

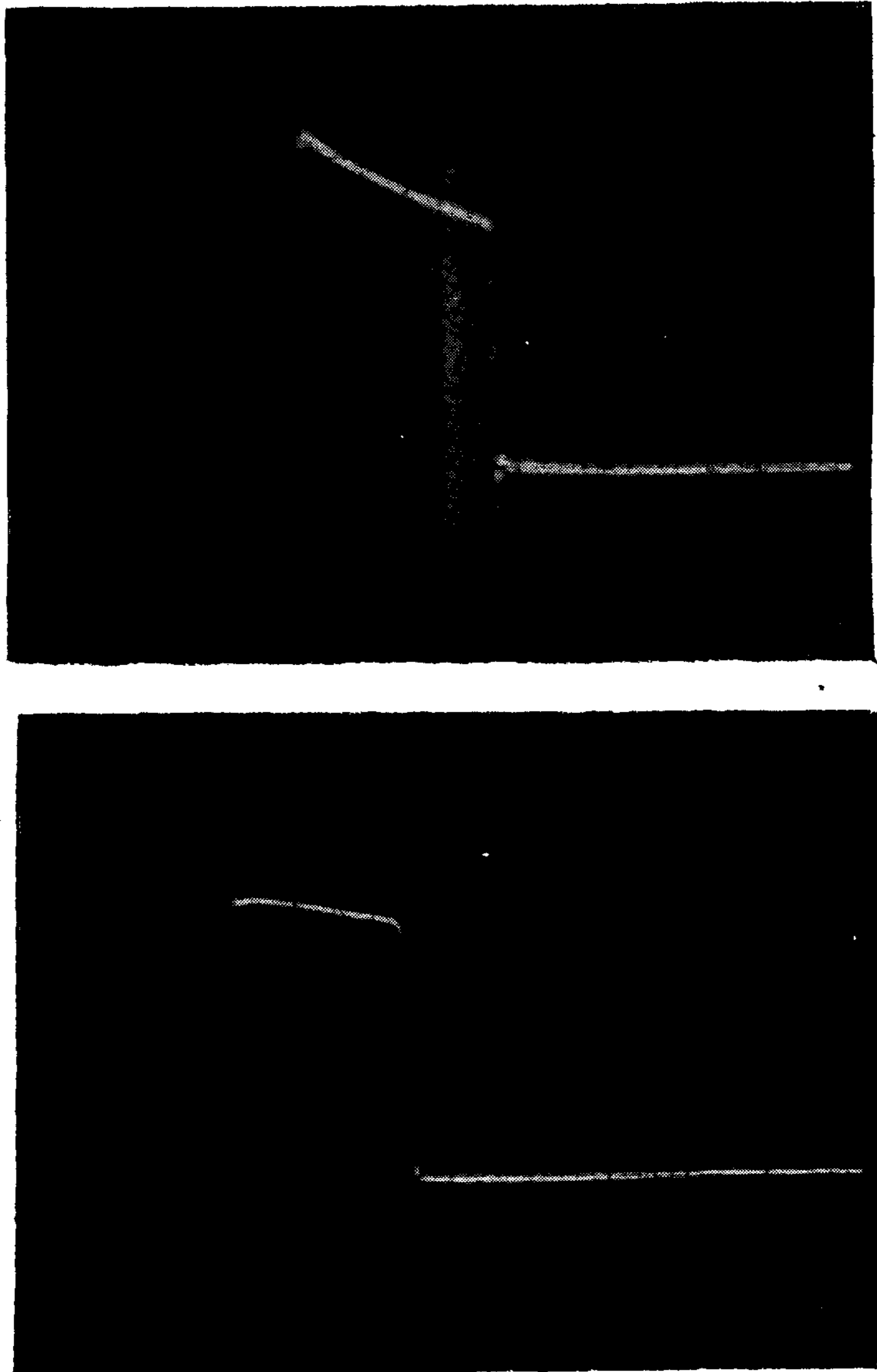


Fig. 1. — "Espigas" de morfología normal. Arriba, marcapasos Medtronic 5944; abajo, Stanium 58; ambos con catéter bipolar.

22 enfermos, con los mismos tipos de electrodo, y con morfologías anormales que sugerían movilización o incorrecta ubicación del electrodo. Estas morfologías anormales fueron agrupadas en 4 categorías, las que formaban a su vez subgrupos:

— B₁ de 8 pacientes con espigas de morfología normal pero distinta amplitud durante 10 ciclos sucesivos en apnea, sin modificaciones de la línea de base; o sea, **excesiva movilidad del electrodo** (fig. 2).

— B₂, compuesto de 3 casos, con espigas con postpotenciales residuales después del cese del impulso; potenciales éstos que se prolongan durante 2 a 3 milisegundos más, sugiriendo **hiperpolarización del electrodo proximal** (fig. 3).

— B₃ (2 casos) con espigas bifásicas en DII (lo que se traduce en un área encerrada por la curva de corriente, que se distribuye tanto por encima como por debajo de la línea de base), sin postpotenciales residuales, y sin ninguna otra alteración de la morfología básica. Es de-

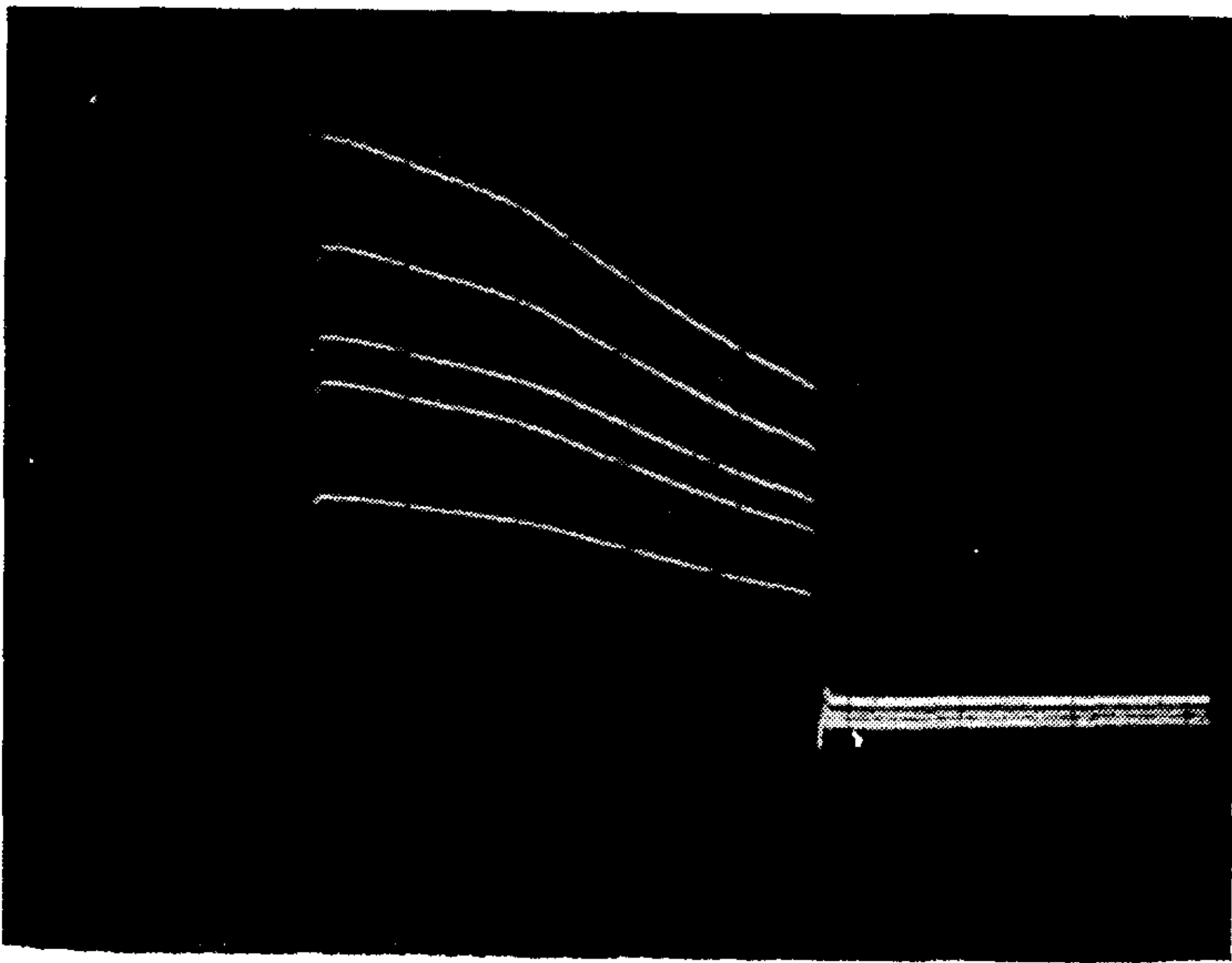


Fig. 2. — Excesiva movilidad del electrodo.

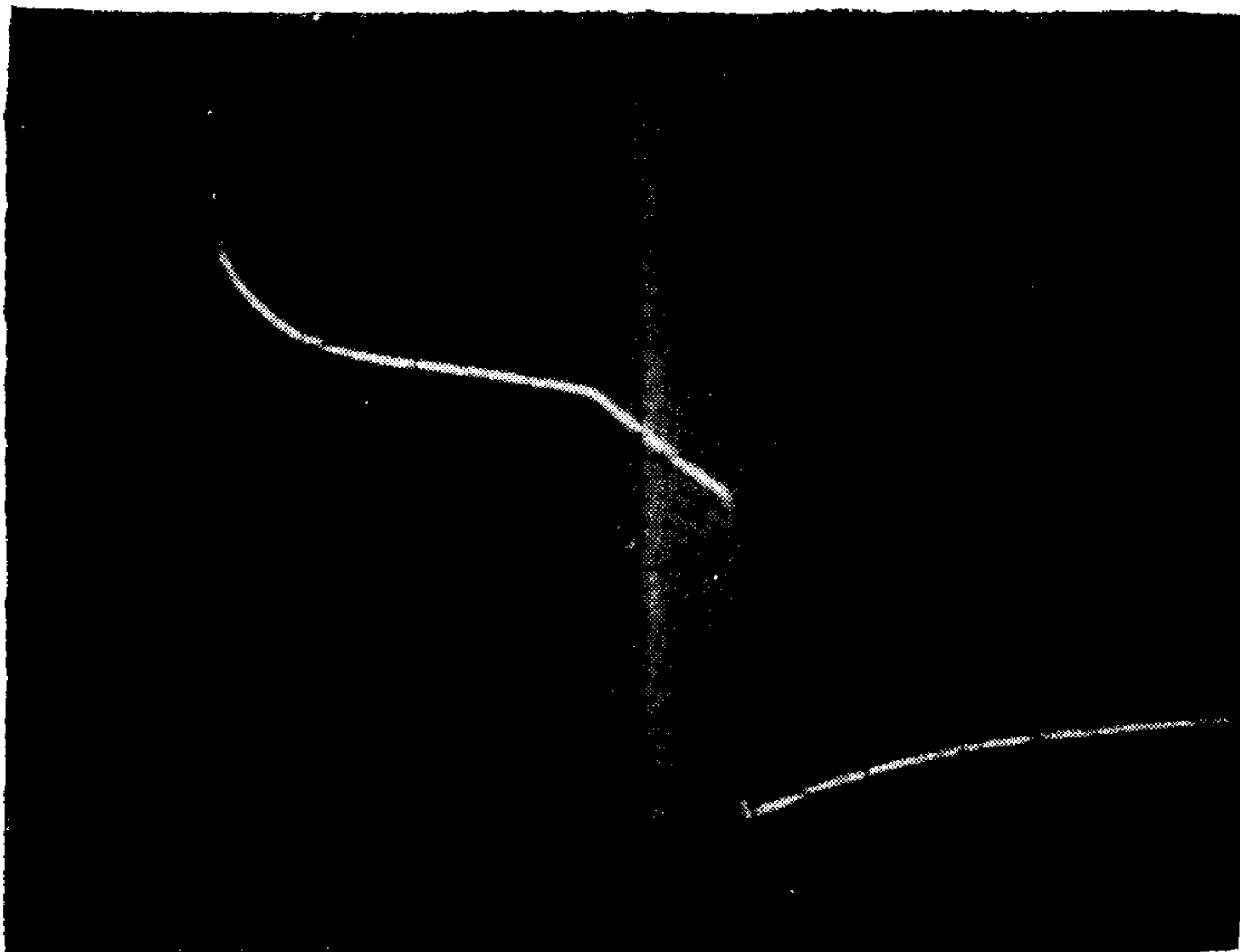


Fig. 3. — Hiperpolarización del electrodo.

cir, **ubicación espacial anómala del vector E** (figura 4).

— B₄, de 9 casos (figura 5), con las alteraciones anteriormente descritas, en forma **combinada**, de acuerdo a como sigue: 3 casos de excesiva movilidad más hiperpolarización; 2 pacientes con excesiva movilidad y ubicación espacial anómala; solamente 1 con ubicación anómala e hiperpolarización, y por último, 3 con excesiva movilidad, hiperpolarización y ubicación espacial anómala.

Todos los enfermos fueron controlados como mínimo cada 30 días desde la iniciación del estudio y hasta los 12 meses. Para el control osciloscópico se utilizó un analizador de espiga con alta velocidad de barrido, registrándose el impulso con una cámara Polaroid adaptada a tal efecto (Sistema "Susi") (6). En cada paciente fueron obtenidas 2 fotografías; una de una espiga única y otra de 10 espigas sucesivas superpuestas en apnea inspiratoria. Todos los registros fueron hechos en Derivación II y con los mismos rangos de velocidad de barrido y amplitud para cada paciente, a lo largo de todo el estudio.

Se buscó detectar variaciones sobre la morfología inicial, o reemplazo de la misma por otra morfología normal o patológica, aparición de alteraciones combinadas, y muy especialmente, registrar los desplazamientos de electrodo sufridos en ese lapso.

Todos los resultados fueron procesados estadísticamente con el método del X², determinándose los porcentajes de significación.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en relación al desplazamiento del electrodo se resumen en la figura 6. Sobre un total de 20 normales. Solamente se observó desplazamiento en 2 de ellos, al 8° y 12° mes respectivamente, lo que hace un porcentaje del 10 %

En cuanto a los 22 pacientes con las anormalidades descritas, se desplazó el catéter en 12 de ellos (54,5 %). De los 8 con excesiva movilidad, sólo 2 sufrieron desplazamiento (25 %), y aquellos con ubicación vectorial anómala no lo hicieron en ningún caso (0 %).

Todos los enfermos (100 %) con hiperpolarización de los electrodos y 7 de los 9 con alteraciones combinadas tuvieron fallas de estimulación por desplazamiento. Dentro de este último grupo, los 3 pacientes con catéter móvil e hiperpolarizado sufrieron desplazamiento; como así también los 3 del grupo de las 3 alteraciones combinadas, y el único paciente con ubicación anómala e hiperpolarización; pero en ninguno de los 2 casos con ubicación anómala y excesiva movilidad se registró tal complicación.

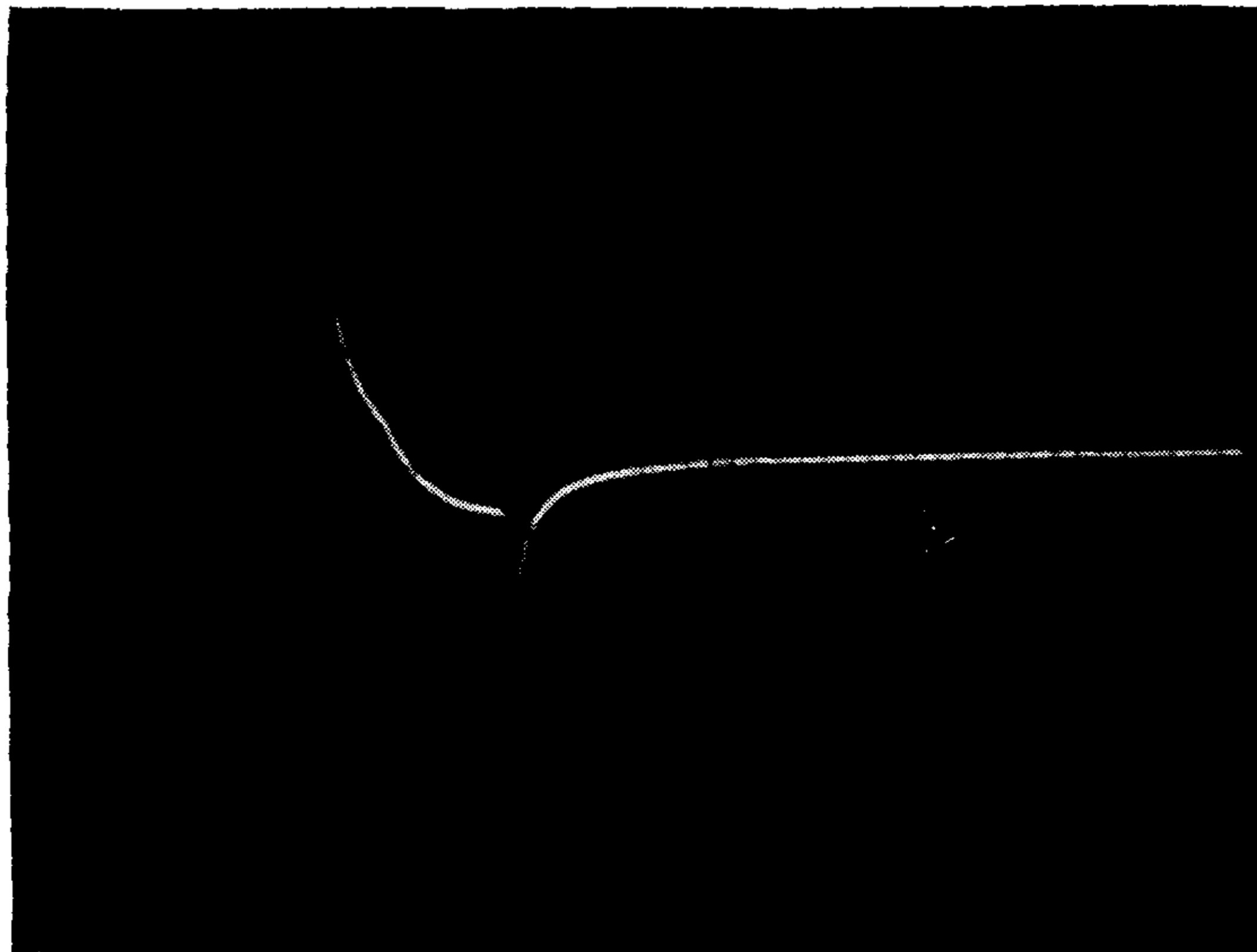


Fig. 4. — Ubicación espacial anómala del "bucle espiga".

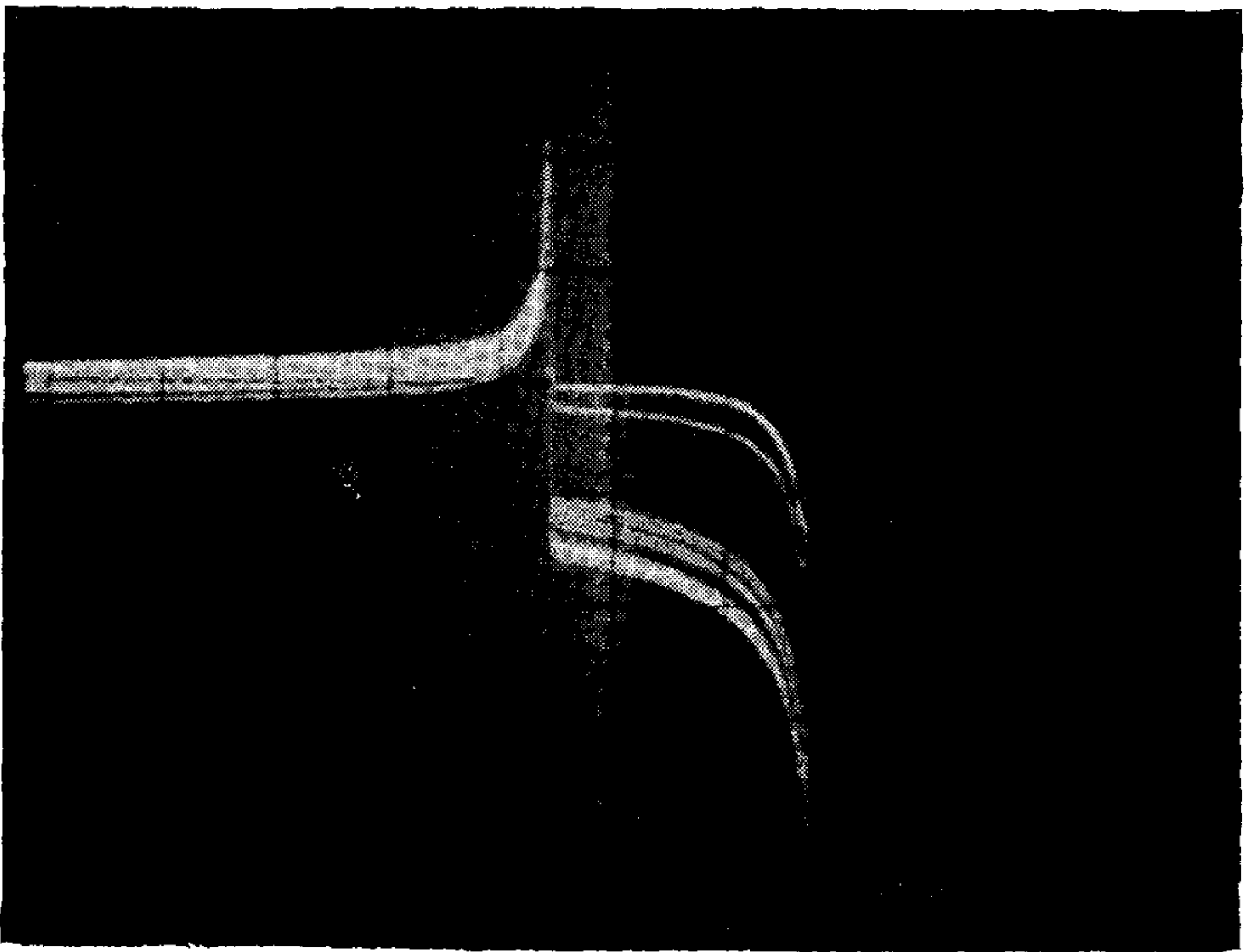
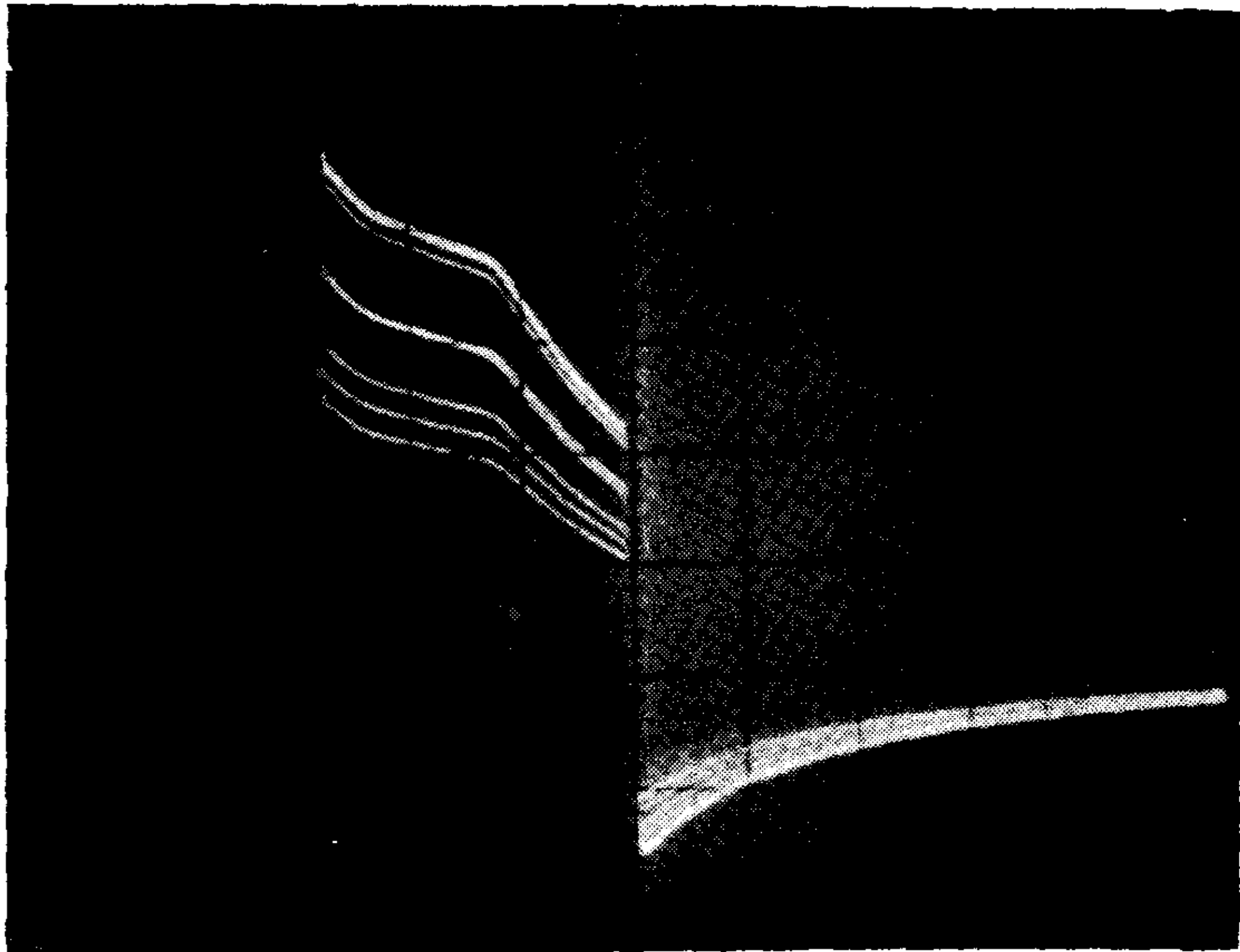


Fig. 5. — Morfologías anormales combinadas. Arriba, excesiva movilidad e hiperpolarización; abajo, excesiva movilidad, ubicación espacial anómala y discreta hiperpolarización.

Ninguno de los casos clasificados como normales presentó anomalías antes de desplazarse. De los 13 pacientes con anomalías aisladas, 3 pasaron a tener anomalías combinadas antes de desplazarse: 2 con excesiva movilidad agregaron hiperpolarización, y a 1 con hiperpolarización se le sumó la excesiva movilidad, por lo que el porcentaje real de desplazamiento para las anomalías combinadas puede considerarse mayor (10 sobre 12 = 83,3 %).

El análisis estadístico de los resultados demostró que el porcentaje de desplazamiento cuando existen algunas de las anomalías descritas es significativamente diferente que el de los normales ($p < 0,01$). En cuanto al estudio de los subgrupos, la diferencia entre los normales y aquéllos que presentaban polarización o anomalías combinadas, fue significativamente diferente, en lo que se refiere a porcentaje de desplazamiento ($p < 0,001$). No hubo significación

estadística para los grupos con excesiva movilidad o posición anómala, pudiendo asumirse que la frecuencia de desplazamiento es similar a la del grupo normal.

Las alteraciones osciloscópicas derivadas de una excesiva movilidad del electrodo han sido tratadas extensamente por nosotros en otro trabajo. Solamente recordaremos que tales alteraciones pueden homologarse a cambios en la orientación espacial del dipolo de estimulación, con respecto a la línea de la derivación exploratoria. En los marcapasos con limitación de corriente, las alteraciones típicas de la excesiva movilidad pueden asociarse a modificaciones de la duración de la meseta o zona de limitación. Como hemos visto en ese mismo trabajo anterior, la duración de este "plateau" es proporcional a la carga contra la cual trabaja el marcapasos, por lo que dichas variaciones pueden interpretarse como cambios en la resistencia externa (7).

Estos cambios no representan, a nuestro juicio, una nueva anomalía, sino que son consecuencia de la movilización del electrodo, que al acercarse o alejarse de la pared endocárdica, modifica la resistencia de la interfase por un simple incremento en la longitud de esta última, (figura 7).

En cuanto a las alteraciones mencionadas para el grupo B₃, la morfología básicamente normal permite excluir alteraciones en las complejas relaciones entre tensión de salida del generador y las distintas resistencias e impedancias instantáneas. Su inscripción como curva de corriente que encierra un área tanto positiva como negativa sugiere una ubicación anómala de los vectores instantáneos sucesivos que conforman cada espiga, lo que en definitiva resulta de sentidos anormales de rotación del "bucle" espiga o de ubicación anormal del "vector polar" del mismo. Cada punto de la curva, esté colocado tanto por encima como por debajo de la línea cero, puede servir para la construcción del correspondiente vector instantáneo, que con los que le preceden y le siguen, forma una secuencia vectorial definida para cada marcapasos, proyectada sobre la línea de la derivación usada.

La rotación y/o ubicación vectorial anómala puede darse tanto por modificaciones en la posición del dipolo estimulador como por alteraciones de la conducción de la interfase, aunque es probable que solamente se dé por la primera causa, ya que el "recorrido" de la corriente desde un polo hasta el otro a

	GRUPO 'A' NORMALES		GRUPO 'B' ANORMALES			
Desplaz.	n = 20 2		n = 22 12			
			p < 0.01			
mes nº	normales n = 20	B ₁ excesiva movilidad n = 8	B ₂ hiperpolarización elec- trodo prox. n = 3	B ₃ ubicación espacial anómala n = 2	B ₄ combinadas n = 9	
1	-	-	1	-	2	
2	-	-	-	-	2	
3	-	1	1	-	1	
4	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	
6	-	-	1	-	-	
7	-	-		-	-	
8	1	-		-	-	
9	-	-		-	1	
10	-	-		-	-	
11	-	1		-	-	
12	1	-		-	1	
TOTAL	2	2	3		7	
	NS		p < 0.001		p < 0.001	

Fig. 6. — Desplazamiento del electrodo en los distintos grupos. Porcentajes de significación estadística.

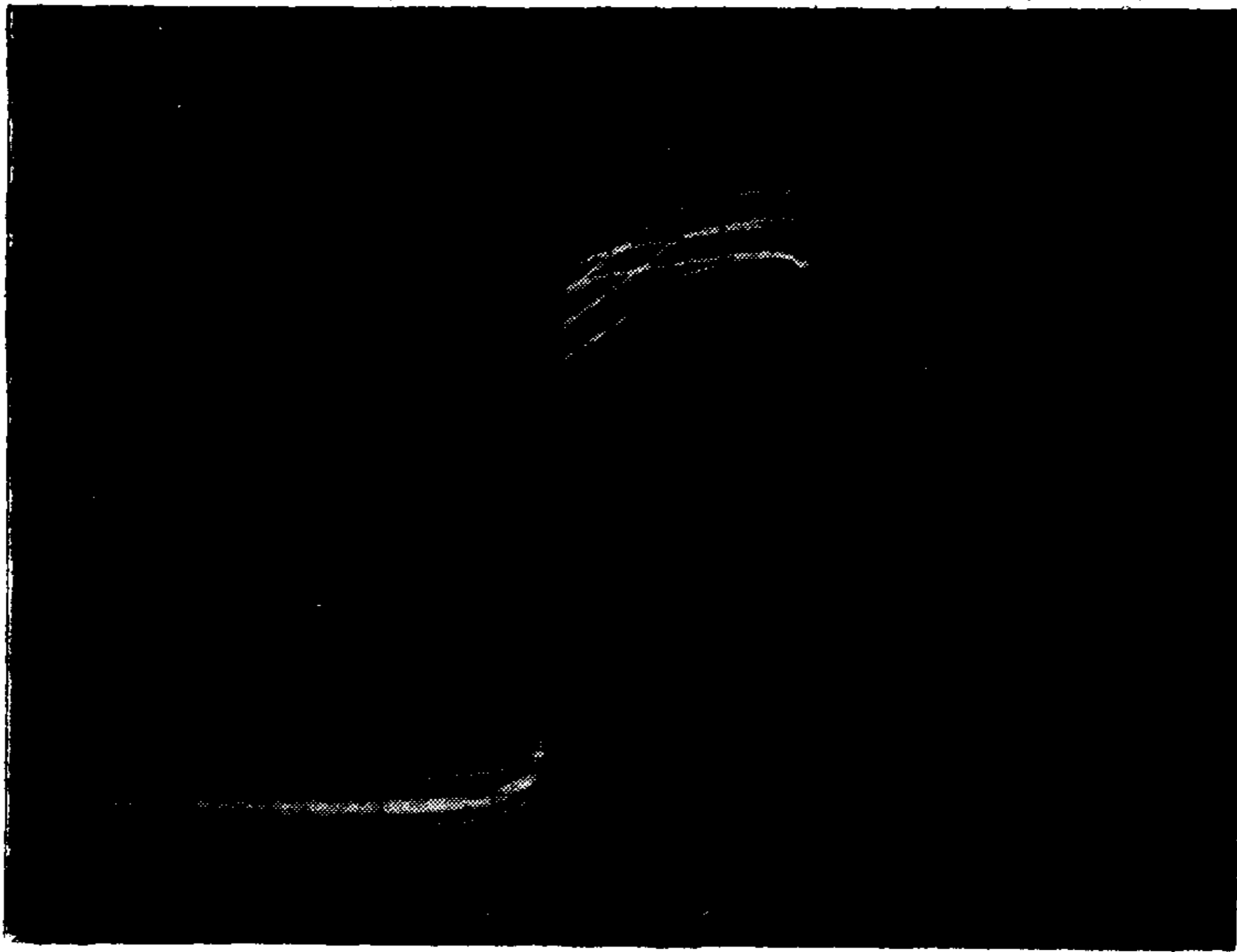


Fig. 7. — Excesiva movilidad con variación instantánea de la resistencia externa.

través del tejido es sumamente corto y los potenciales grandes, lo que hace que éstos se propaguen por "efecto cable" lográndose la despolarización miocárdica en forma secundaria (8, 10).

En cuanto a la polarización de los electrodos fenómeno éste sugerido para explicar las alteraciones del grupo B₂, es conveniente analizar algunos de sus aspectos.

Cuando pasa corriente a través de un electrodo, se producen cambios en la composición iónica alrededor del mismo, de tal manera que se establece un doble flujo de electrones. Este doble flujo permite la aparición de un potencial de activación (desde el electrodo al tejido), determinado por las características del material y la composición del electrolito; y de un potencial de concentración, que se produce por la migración de iones de signo contrario desde el electrolito a los electrodos, de lo que resulta un gradiente de concentración en la vecindad del electrodo.

De tal manera se desarrolla un voltaje de polarización tan pronto como comienza a pasar la corriente a través de los electrodos. Sin embargo, la naturaleza electroquímica del proceso requiere de un cierto tiempo, por lo que no hay cambios en dicho voltaje durante las fases rápidas inicial y terminal del estímulo.

El voltaje de polarización, cuya importancia en la estimulación artificial no ha sido habitualmente considerada, y que con los impulsos del marcapasos puede llegar a 1.5 volts, se opone directamente al voltaje de marcapasos. Su amplitud y la rapidez de su crecimiento y decrecimiento están dadas por la corriente, la superficie de los electrodos, y el tiempo durante el cual pasa la corriente a través del electrolito. Alcanza su máximo cuando se completa el doble flujo de electrones. La amplitud de este pico está determinada por las características del material del electrodo y la composición del electrolito.

Si un electrodo polarizado no recibe un nuevo potencial de activación por un tiempo, el doble flujo desaparece. En los electrodos habitualmente utilizados para marcapasear, este fenómeno no se prolonga normalmente más allá de los 200 milisegundos, de manera que cuando un nuevo impulso sobreviene (alrededor de 860 milisegundos), no encuentra absolutamente ninguna polarización residual en el electrodo.

De manera que lo dicho puede resumirse en 3 puntos fundamentales:

a) El voltaje de polarización, y con él, la compleja impedancia del circuito de los electrodos, aumenta durante el desarrollo del impulso.

b) El voltaje de polarización rápidamente llega a un máximo si una corriente elevada se mantiene por algún tiempo (como en los marcapasos).

c) El máximo pico, y la **duración** de la polarización, dependen de:

— la naturaleza de los electrodos, tanto en lo que se refiere a su área como al material usado.

— la composición del fluido tisular de la interfase.

Para una corriente dada, la **disminución del área de contacto efectiva** del electrodo, o bien, la **modificación de la composición iónica** de la zona de contacto, producen un aumento en la magnitud de la tensión de polarización y de su du-

ración, de manera que persista polarización residual cuando aparezca un nuevo estímulo (11).

En nuestro trabajo, los grupos estudiados demostraron ser en todo comparables, salvo en la aparición de las morfologías anómalas descritas y cuyo mecanismo de producción se sugiere más arriba, y en el porcentaje de desplazamiento del electrodo dentro de los primeros 12 meses. De tal manera, puede establecerse una correlatividad alta entre el desplazamiento y la aparición de tales morfologías, tomadas indiscriminadamente.

Sin embargo, resulta evidente que tanto la ubicación vectorial anómala como la excesiva movilidad, tomadas aislada-

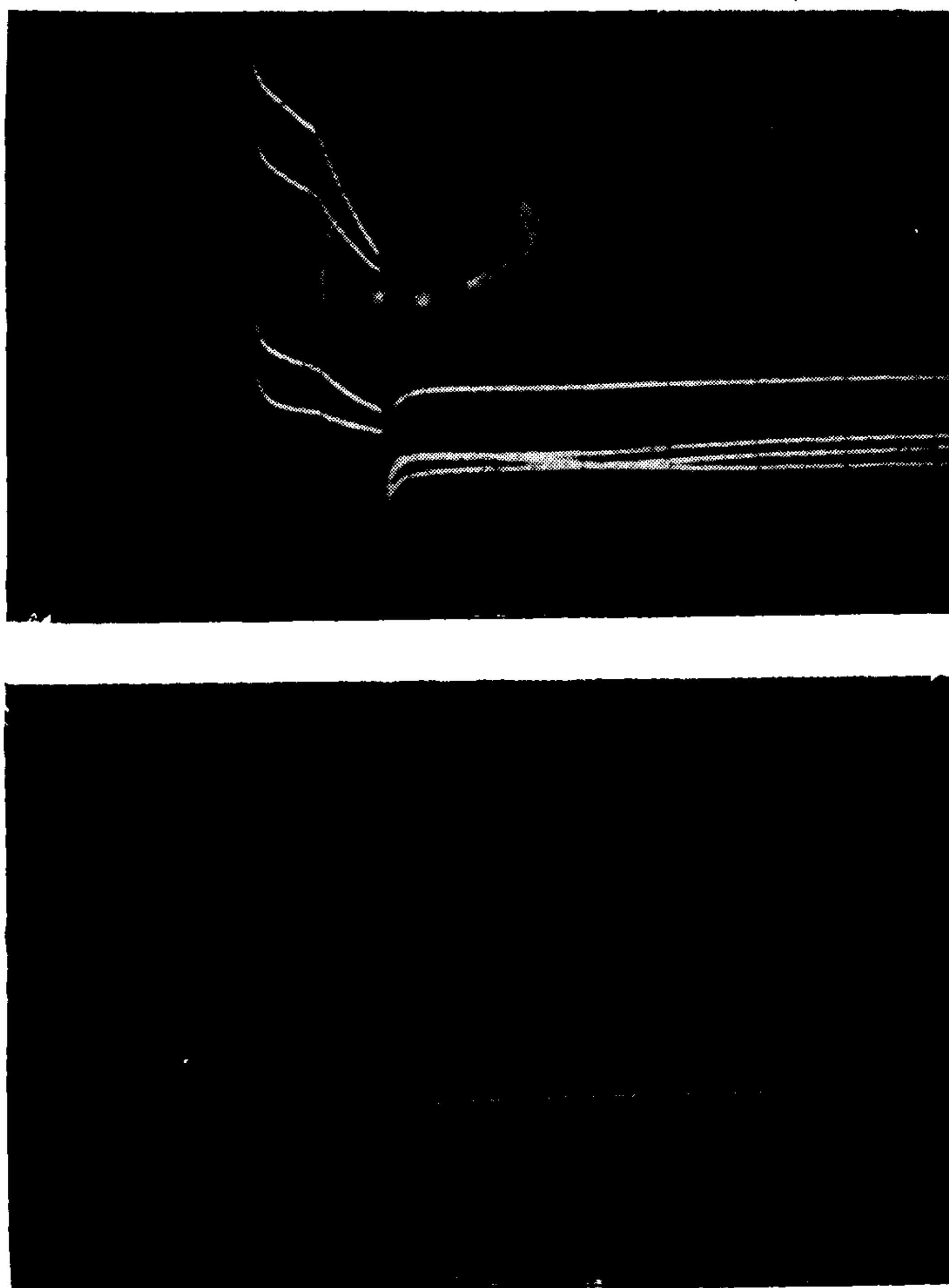


Fig. 8. — Utilización de la morfología osciloscópica como criterio de correcta ubicación del electrodo en el momento del implante. Arriba, ubicación vectorial anómala y excesiva movilidad, detectados inmediatamente después del emplazamiento del electrodo; abajo, morfología normal obtenida al corregirse la mala ubicación.

mente, no tienen relación causal, ya que no existe diferencia significativa entre estos y los normales.

Cuando se asocian 2 o más alteraciones, la posibilidad crece hasta la significación, lo mismo que cuando se considera la hiperpolarización en forma aislada.

El valor predictivo de cada una de ellas se establece así claramente, y adquiere mecanismo fisiopatológico: un catéter anormalmente ubicado o con excesiva movilidad no tiende necesariamente al desplazamiento mientras estas alteraciones se presenten aisladas, pero la probabilidad aumenta notoriamente cuando disminuye su área de contacto efectiva. Obviamente, cuando estas alteraciones se combinan, como en el grupo B₄, esta posibilidad se ve notablemente incrementada. La importancia de la polarización del electrodo como determinante de este incremento está sugerida por el análisis de la composición del grupo B₄ y los respectivos porcentajes parciales de desplazamiento.

Puede proponerse, en consecuencia, la conducta a seguir ante la detección de tales anomalías:

1º) Cuando existan posiciones anómalas, o excesiva movilidad, en forma aislada, no debería tomarse ningún recaudo especial, ya que el desplazamiento se presenta con igual frecuencia que para los normales.

2º) Los trastornos derivados de la hiperpolarización, aislada o bien asociada a una sola de las alteraciones restantes, no obligarían sino a un estricto control osciloscópico del paciente.

3º) Cuando existan las 3 anomalías combinadas, debería procederse a reubicación del electrodo, ya que el 80 % de éstos se desplazan dentro de los 12 meses a partir al inicio de la alteración; y ese desplazamiento puede ser, como sabemos, una grave complicación.

4º) La no detección de cualquiera de estas anomalías, aisladas o combinadas, en el control osciloscópico en el momento del emplazamiento del electrodo, debería ser utilizada como un 4º pilar del criterio funcional de correcta ubicación, y su aparición obligaría a reubicar el electrodo (figura 8).

Es decir, y a modo de conclusión final, que un catéter que se **moviliza excesivamente**, con un electrodo cuya **ubicación espacial es anormal**, y se encuentra **polarizado por disminución de su área de**

contacto con el endocardio, debería ser reubicado en forma programada, evitando así futuras complicaciones.

SUMMARY

In order to know the prognostic importance of some photoanalysis disorders in electrode displacement, a prospective follow-up of two groups of paced patients were done; one of these groups had normal waves and the other one had different abnormal oscilograms. The first one (20 patients), showed a 10 % displacement percentage, while the second one (22 cases), had a 54,5 displacement percentage. Statistical significance was demonstrated by χ^2 method.

Results allow us to know the prognostic importance of each one of the related anomalies, as electrode hiperpolarization or mixed disorders.

BIBLIOGRAFIA

1. Colombi, G. F. de; Dussaut, A. (h.) y Lozada, B. (h.): "Marcapasos Implantables. Experiencia sobre 476 casos". Academia Argentina de Cirugía. Buenos Aires, octubre, 1972.
2. Proceeding of the 4th International Symposium of Cardiac Pacing. Editor: Van Gorcum, Holanda, 1973.
3. Schmitt, G.; Dreiling, H.; Tiedemann, H.; Kripke, H. J. y Hauss, W. H.: "Resultados obtenidos con un nuevo electrodo. Catéter transvenoso en pacientes con marcapaso". E.D.M., 47: 2067, 1973.
4. Schmitt, G. y Hauss, W. H.: "Estudios experimentales en el perro con el electrodo-catéter transvenoso MIP 2000". Pren. Méd. Argent., 60: 1472, 1973.
5. Dussaut (h.), A.; Lozada (h.), B. y Dussaut, J.: "Nuevos conceptos en el control y seguimiento a largo plazo de pacientes con marcapasos implantados. "La enfermedad del marcapasos". Sociedad Argentina de Angiología. Buenos Aires, octubre, 1974.
6. Lozada (h.), B.; Dussaut (h.), A. y Costanzo, M.: "Utilización de un analizador osciloscópico de espiga y computadora digital en el control de marcapasos implantados". X. Congreso Argentino de Cardiología. Mar del Plata, 1973.
7. Lozada (h.), B. y Dussaut (h.), A.: "Variaciones de la morfología del artefacto de estimulación del marcapasos". Rev. Arg. de Cardiología, 42: 428, 1974.
8. Boland, J.; Troquet, J. et Bieus, J.: "Etude vectocardiographique de "spique" et du complexe ventriculaire de sujets porteurs d'un "Pacemaker" et soumis a une barcule horizontale du corps". Acta Cardiologica, 29: 321, 1974.
9. Gordon, A. J.: "Vectocardiographic analysis of Pacemakers artefacts". Proceedings of XIth International Vectocardiography Symposium. New York. North Holland Publishing Company. Amsterdam, 297, 1970.
10. Gordon, A. J.: "Vector Analysis of the Stimulus artefact in patients with endocardial pacemakers". J. Electrocardiology, 4: 91, 1971.
11. Tholen, H. J.; Berg, J. W. Van Deu; Horman, Van Der; Heide, J. N. and Nieveen, J.: "The artificial cardiac pacemaker". Holanda, 1970. Royal Van Gorcum Editores. 2ª edición, págs. 189-191.