

TRABAJOS ORIGINALES

EL ELECTROCARDIOGRAMA EN LAS INJURIAS EPICARDICAS, ENDOCARDICAS (Y MIOCARDICAS SUBYACENTES) LOCALIZADAS *

por los doctores

LINN J. BOYD ** y DAVID SCHERF

Durante mucho tiempo las inyecciones de sustancias necrotizantes en el miocardio y la ligadura de las arterias coronarias fueron los únicos métodos a nuestro alcance para el estudio experimental del "nacimiento elevado" de la desviación terminal del electrocardiograma. Investigaciones posteriores revelaron que electrocardiogramas semejantes aparecían también en la pericarditis experimental ⁶; además se observó que la intoxicación con pitressina, digital o *viscum album*, la introducción de cloruro de potasio ¹² u otras sustancias ⁸ en la cavidad pericárdica, el estiramiento del corazón por tracciones sobre la punta, la irritación química de la punta del corazón ^{4, 9}, contusiones de la pared torácica ¹⁰, producen alteraciones semejantes del electrocardiograma. Los cambios electrocardiográficos observados en los experimentos que acabamos de mencionar fueron atribuidos a reflejos partiendo de la punta del corazón y causando espasmos coronarios ^{9, 10}, o a "perturbaciones de los elementos miocárdicos que forman una espiral en la punta" ⁴.

El objeto de los experimentos referidos a continuación, fué estudiar las alteraciones electrocardiográficas que aparecen después de las injurias mecánicas o químicas de la superficie externa o interna del corazón.

Los experimentos fueron ejecutados en 52 perros y 5 gatos. Se utilizó anestesia por nembutal, excepto en unos pocos casos en los que se combinó morfina con nembutal. Se abrió el tórax y pericardio de la manera usual, pero el corazón se dejó en la cavidad pericárdica, cubriendo la punta con pericardio. Los electrodos se aplicaron en las extremidades.

Irritación mecánica de la superficie cardíaca. — La irritación mecánica del epicardio y de las capas superficiales del miocardio en

* Del Departamento de Farmacología, New York Medical College, Flower and Fifth Avenue Hospitals. — Traducido, con autorización de los autores, por los Dres. B. Moia y E. Braun Menéndez.

** Fellow of the American College of Physicians.

ciertas áreas (Cuadro 1), produce marcadas alteraciones del segmento S-T y de la onda T sin que se afecte la desviación inicial. La irritación mecánica consistió en frotar con papel de lija un área del tamaño de 1-2 cms²., en pellizcar con una pinza puntiaguda una superficie de 2-3 mm. de ancho, en tocar ligeramente, dos o tres veces, el área elegida con un instrumento romo, por ejemplo el mango de una tijera, de tal manera que el instrumento toque sólo unos pocos milímetros cuadrados de la superficie cardíaca.

Todos estos insultos provocan un nacimiento elevado de la desviación terminal en la rama descendente de la onda R, que dura unos pocos minutos. La alteración aparece en la derivación III (y II), cuando se irrita la pared posterior del ventrículo derecho o izquierdo, o la pared lateral del ventrículo derecho. Los electrocardiogramas permanecen sin alteración en las tres derivaciones después de dañar la pared anterior del ventrículo derecho. Después de la irritación de la pared lateral o posterior del ventrículo derecho aparece, en derivación I, un descenso en el nacimiento de la desviación terminal, mientras que la irritación de la pared posterior del ventrículo izquierdo no altera el electrocardiograma en esta derivación. La irritación de la pared anterior y, en algunos experimentos, también de la pared lateral del ventrículo izquierdo, produce un nacimiento elevado en derivación I (y II). Las alteraciones más profundas aparecen después de la irritación de la punta.

En el cuadro I se resumen los cambios del segmento S-T y de la onda T después de la irritación de diferentes áreas.

CUADRO I

<i>Area irritada</i>	<i>Alteraciones del segmento S-T y de la onda T en</i>	
	<i>Deriv. I</i>	<i>Deriv. III</i>
Pared anterior vent. derecho.	—	—
.. lateral ventrículo derecho	Nacimiento descendido	Nacimiento elevado
.. posterior	Nacimiento descendido	Nacimiento elevado
.. anterior .. izquierdo	Nacimiento elevado	—
.. lateral	Nacimiento elevado o	Nacimiento elevado
.. posterior ..	—	Nacimiento elevado

Las alteraciones desaparecen completamente en el término de dos a cinco minutos, pero pueden ser reproducidas si se vuelve a irritar la misma región.

En la serie superior de la figura 1 se reproduce el electrocardiograma normal de un gato. Después de pellizcar una vez en la punta

del corazón una superficie de 3 mm. de diámetro, aparece un electrocardiograma monofásico (serie inferior).

La serie más baja de la figura 4 muestra un nacimiento elevado de la desviación terminal después de golpear dos veces con un instrumento como la punta del ventrículo izquierdo; los golpes fueron insuficientes para producir daño visible. Las series más bajas de las figuras 6 y 7 muestran la misma alteración después de dos o tres golpes similares sobre la punta del corazón.

Cuando se pellizcó la pared lateral del ventrículo izquierdo (Fig. 2, segunda serie) el nacimiento elevado apareció más claramente en derivación I (y II). En derivación III la onda T negativa es reemplazada por una positiva. Las alteraciones retrocedieron, en su mayor parte, en cuatro minutos (tercera serie).

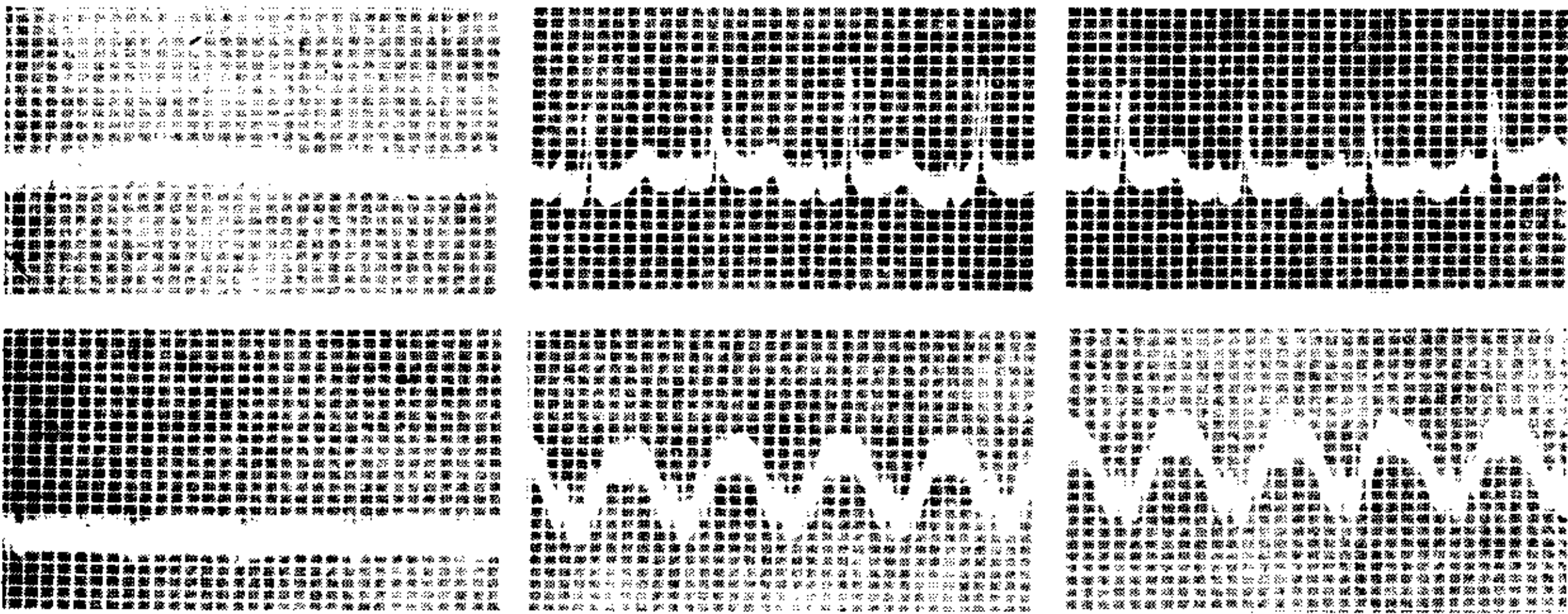


FIG. 1. — La primera serie fué registrada antes y la segunda después de pellizcar un área de 3 mm. de ancho en la punta del corazón (gato).

Irritación química de la superficie cardíaca. — Las mismas alteraciones pueden obtenerse por la irritación de áreas circunscriptas de la superficie cardíaca con soluciones salinas, por ejemplo, después de la aplicación de cloruro de sodio, bario o potasio. De la misma manera se manifiesta el efecto del alcohol y otros irritantes. La concentración de la solución es importante. La desviación final no se alteró después de la aplicación de una solución de cloruro de sodio al uno por ciento; a veces se desarrollaron alteraciones imprecisas después del uso de una solución al dos por ciento; sin embargo, el empleo de una solución al diez por ciento produjo resultados uniformes.

Se aplicó sobre el área elegida, sin ejercer presión, un algodón mojado en la solución. Se hicieron evidentes alteraciones precisas

aunque la superficie tocada por la solución salina no excediera de 1 cm. de diámetro.

Exactamente como después de la irritación mecánica, la aplicación de las soluciones a la pared anterior del ventrículo derecho no produjo cambios. Cuando se aplicó la solución salina a la pared anterior del ventrículo izquierdo y a veces también en las partes contiguas de su pared lateral, apareció un nacimiento elevado en deriva-

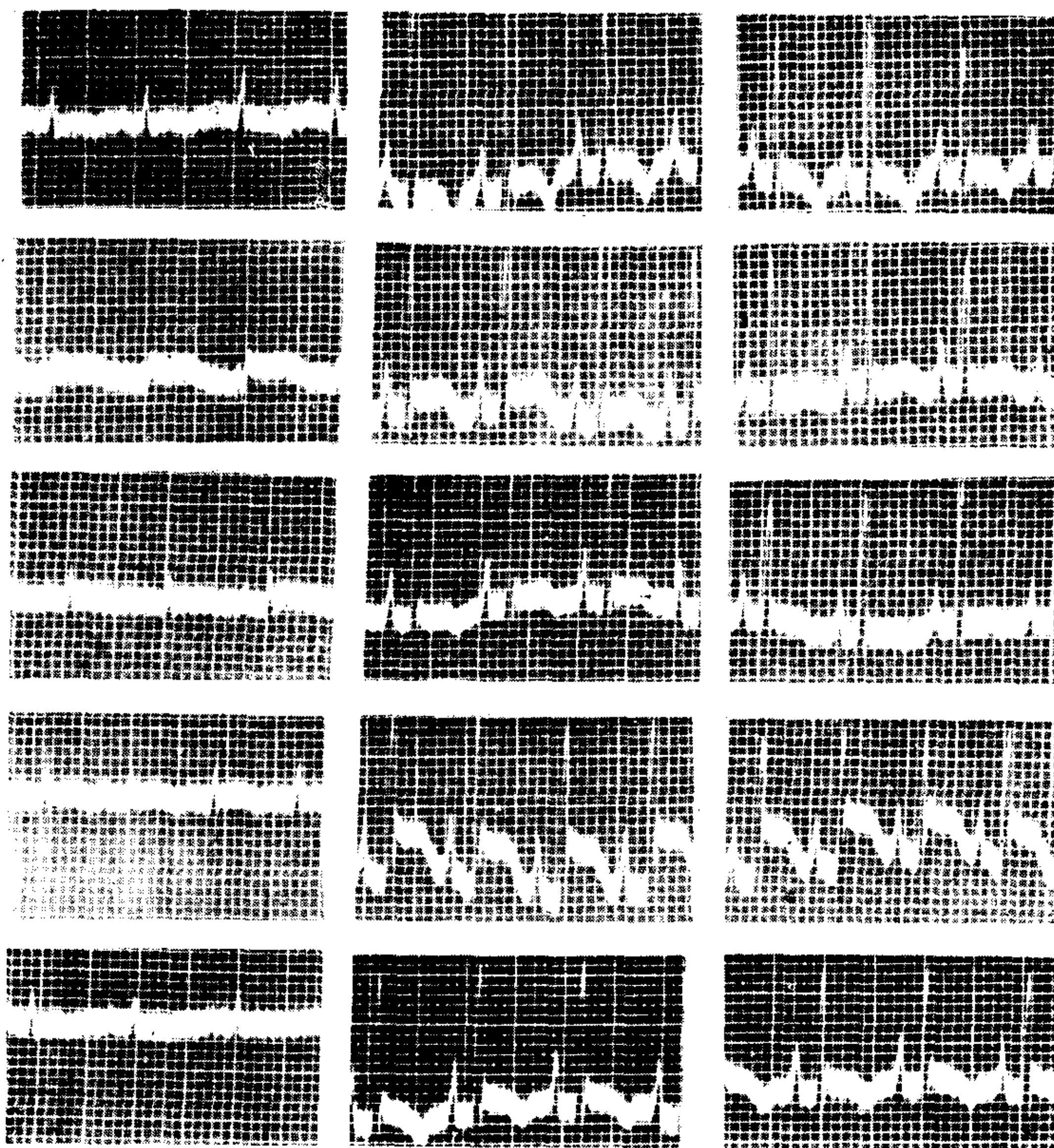


FIG. 2. La primera serie fué registrada antes de pellizcar la pared lateral del ventrículo izquierdo; la segunda serie después de pellizcar esta área; la tercera serie cuatro minutos después; la cuarta serie después de aplicar sobre la punta del corazón una solución de cloruro de sodio al diez por ciento; la quinta serie, seis minutos después.

ción I. Sin embargo, la aplicación de soluciones salinas a todas las otras regiones de la superficie cardíaca causó un nacimiento elevado en derivación III (y II). Solamente después de la aplicación de la

solución salina a la pared lateral y posterior del ventrículo derecho, apareció un descenso en el nacimiento en derivación I.

La figura 3 ilustra un experimento típico. Ya que las alteraciones desaparecen rápidamente, el electrocardiograma que sigue a la irritación de varias regiones puede ser estudiado en el mismo animal sin modificación alguna en los resultados.

La primera serie de la figura 3 muestra el electrocardiograma normal de un perro al iniciarse el experimento. La onda T en deri-

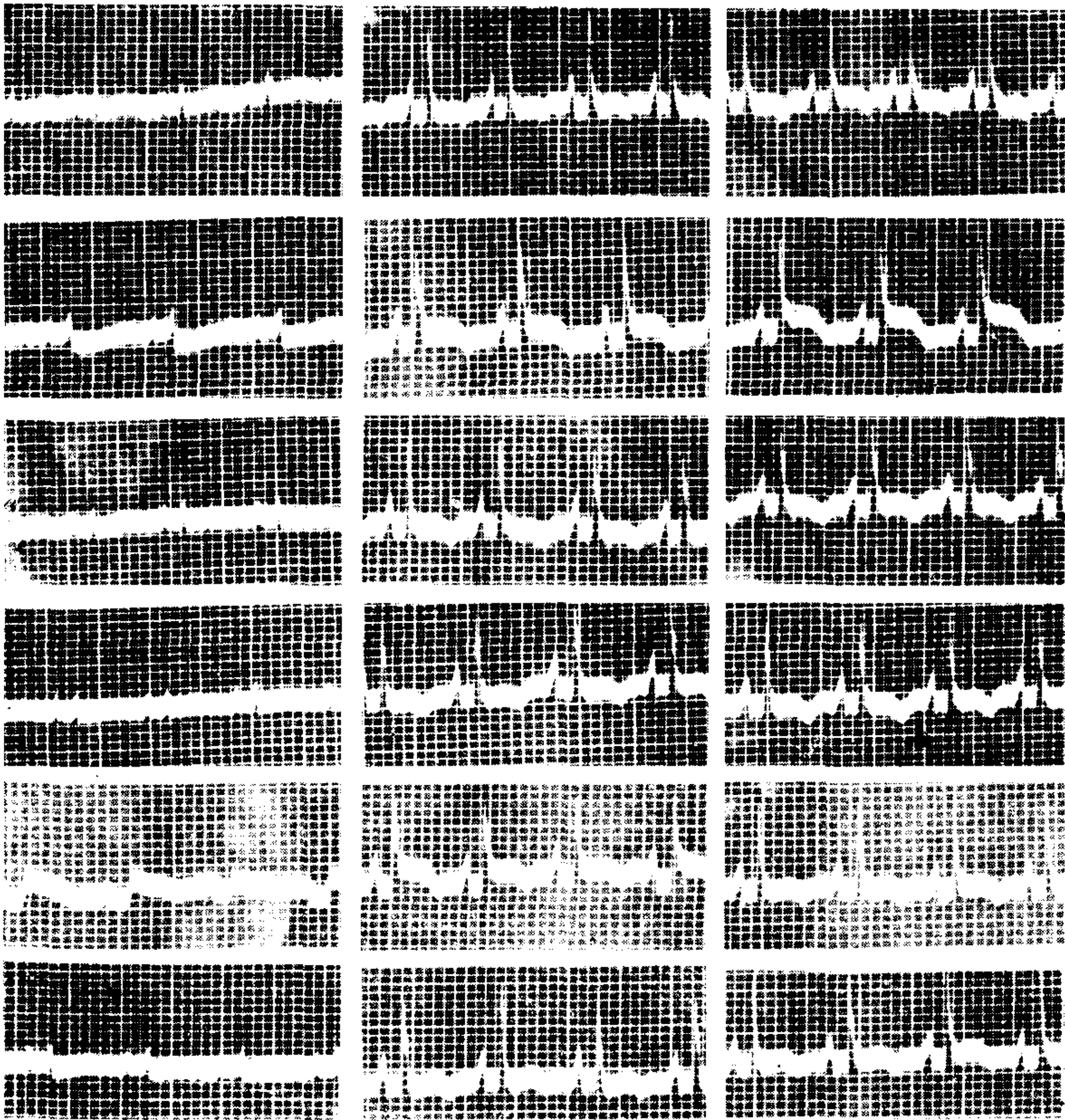


FIG. 3. Ver texto.

vación primera es muy baja y positiva; en derivaciones II y III la onda T es negativa. En un área de la pared posterior del ventrículo derecho se aplicó una solución de cloruro de sodio al diez por ciento (segunda serie); se produjo un descenso en el nacimiento en derivación I y un ascenso en derivaciones II y III. Las alteraciones desapa-

recieron completamente en seis minutos (tercera serie). Después se aplicó la misma solución sobre la pared anterior del ventrículo derecho, en un área del tamaño de 2 cm².; no aparecieron alteraciones (cuarta serie). Aplicando la solución a la parte anterior y superior del ventrículo izquierdo apareció un nacimiento elevado en derivación I (y II) (quinta serie). Cinco minutos después el electrocardiograma era normal (sexta serie).

La primera serie de la figura 4 muestra las alteraciones después de la aplicación de la misma solución en la punta del ventrículo derecho, inmediatamente después de haber obtenido el último trazado

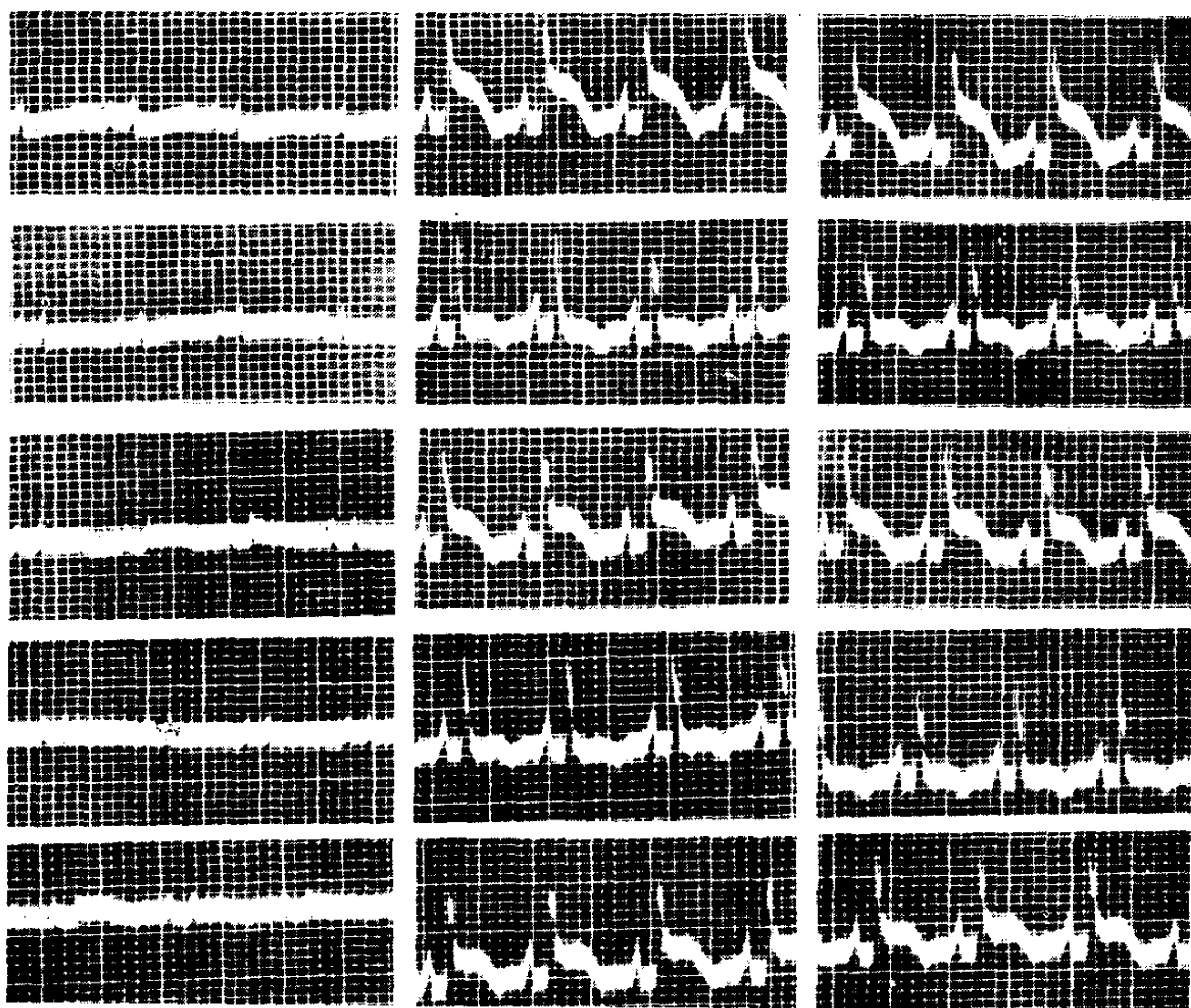


FIG. 4. — Ver texto.

de la figura 3. Los cambios son los mismos que los observados después de la aplicación de la solución salina a la pared posterior del ventrículo derecho: sin embargo, el nacimiento elevado es más marcado en las derivaciones II y III. Estas alteraciones desaparecieron después de cuatro minutos (segunda serie). La aplicación de la solución sobre la pared anterior y posterior de la punta del ventrículo izquierdo produjo en las derivaciones II y III, las mismas alteraciones que la aplicación sobre la punta del ventrículo derecho (tercera

serie). A pesar del bajo voltaje, se hace, sin embargo, igualmente evidente en derivación I, una ligera elevación del segmento S-T. El electrocardiograma volvió a normalizarse después de un período de nueve minutos (cuarta serie). La serie final de esta figura muestra las alteraciones que aparecieron después de golpear dos veces la punta del corazón desde abajo y sin producir lesión visible. En todas las derivaciones apareció un nacimiento elevado.

La cuarta serie de la figura 2 muestra la alteración de la desviación terminal después de la aplicación de una solución de cloruro de sodio al diez por ciento sobre la punta del ventrículo izquierdo. El nacimiento elevado, evidente en las derivaciones II y III, desapareció casi completamente en seis minutos (quinta serie).

Fué fácil obtener regularmente estas alteraciones del electrocardiograma. Sólo se encontraron dificultades cuando se intentó obtener un nacimiento elevado limitado a la derivación I (y II), después de la irritación de la pared anterior del ventrículo izquierdo. Electrocardiogramas de este tipo sólo pudieron obtenerse con certeza de la parte anterior y más superior del ventrículo izquierdo, justo por debajo del apéndice de la aurícula izquierda. Después de la irritación de las partes más bajas de la pared anterior del ventrículo izquierdo (incluyendo la punta), apareció, de acuerdo a la posición del corazón, un nacimiento elevado en todas las derivaciones o simplemente en las derivaciones II y III. Para obtener resultados uniformes en los mismos experimentos debe prestarse estricta atención a la posición del corazón y debe tomarse especial cuidado en evitar cualquier rotación del corazón sobre su eje. Con la irritación de la pared lateral del ventrículo izquierdo, se desarrollaron formas intermedias entre los trazados de irritación de la pared anterior y posterior.

Las alteraciones aparecieron inmediatamente y siempre desaparecieron dentro de los diez minutos. Se encontraron todas las transiciones entre los electrocardiogramas anteriores y subsiguientes a la injuria, pero no se observaron alteraciones adicionales. La sección de ambos vagos, la extirpación de ambos ganglios estrellados y la administración de 5 mgm. de atropina o de 2 c.c. de tartrato de ergotamina, no alteró los resultados.

Alteraciones de la posición del corazón. — La ausencia de alteraciones electrocardiográficas después de la irritación mecánica o química de la pared anterior del ventrículo derecho ha sido observada por otros investigadores que no pudieron descubrir cambios después

de la ligadura de las arterias coronarias que irrigan esta zona, o después de la profunda cauterización del miocardio de la superficie anterior del corazón². Estos resultados concordantes, junto al hecho de que después de la irritación de la punta del corazón aparecen alteraciones definidas, sugieren que la posición del corazón en el tórax y las variables condiciones de las derivaciones asociadas con las diferentes posiciones, son factores importantes en lo que respecta a la extensión de los cambios electrocardiográficos que pueden aparecer.

Al principio de la presente investigación se evidenció que la simple elevación del corazón fuera de la cavidad pericárdica, o la aislación, con goma, del área cardíaca injuriada del medio que la

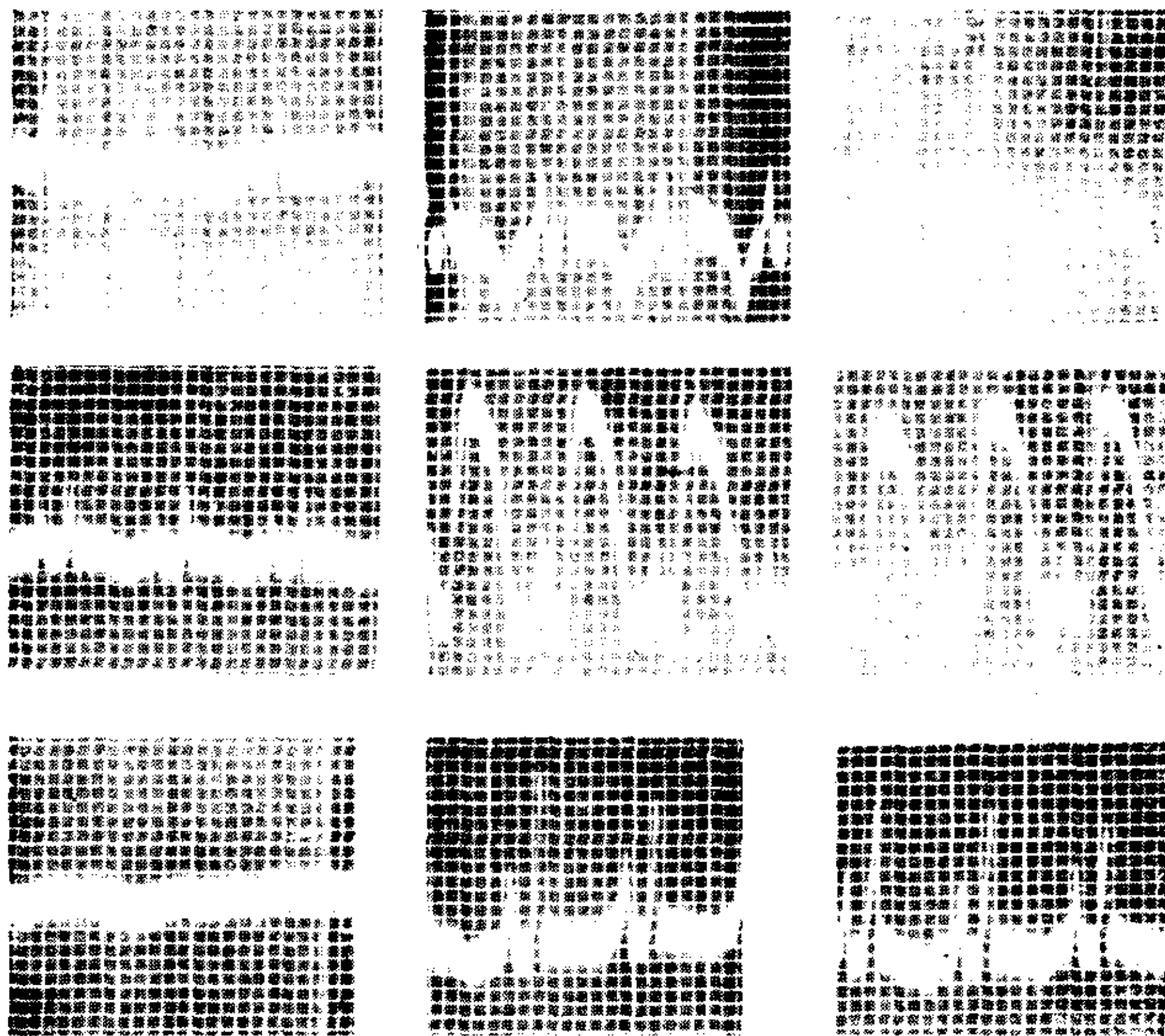


FIG. 5. — La primera serie fué registrada antes de la aplicación de una solución de cloruro de sodio al treinta por ciento sobre el epicardio en la punta del corazón; la segunda serie, después de la aplicación; la tercera serie, después de separar la punta del corazón de la cavidad pericárdica.

rodea², abolían inmediatamente las alteraciones del electrocardiograma. La primera serie de la figura 5 muestra ondas T negativas en todas las derivaciones. El electrocardiograma fué obtenido después de abrir el pericardio de un perro. La aplicación de una solución de cloruro de sodio al treinta por ciento sobre la punta del corazón produjo un electrocardiograma que era prácticamente monofásico en las derivaciones II y III (segunda serie). El alejamiento de la punta del

corazón de la cavidad pericárdica fué suficiente para abolir inmediatamente las alteraciones aunque se permitió al corazón apoyarse sobre la cavidad vacía (tercera serie).

Estos resultados explican las diferencias de grado en las alteraciones que aparecen después de la aplicación de soluciones salinas a la misma área en distintos animales. En los perros con corazones colocados en posición mediana y que apenas descansan sobre los tejidos subyacentes, las alteraciones son las mismas pero más ligeras que aquellas que se obtienen cuando hay mejor contacto entre el corazón y sus envolturas.

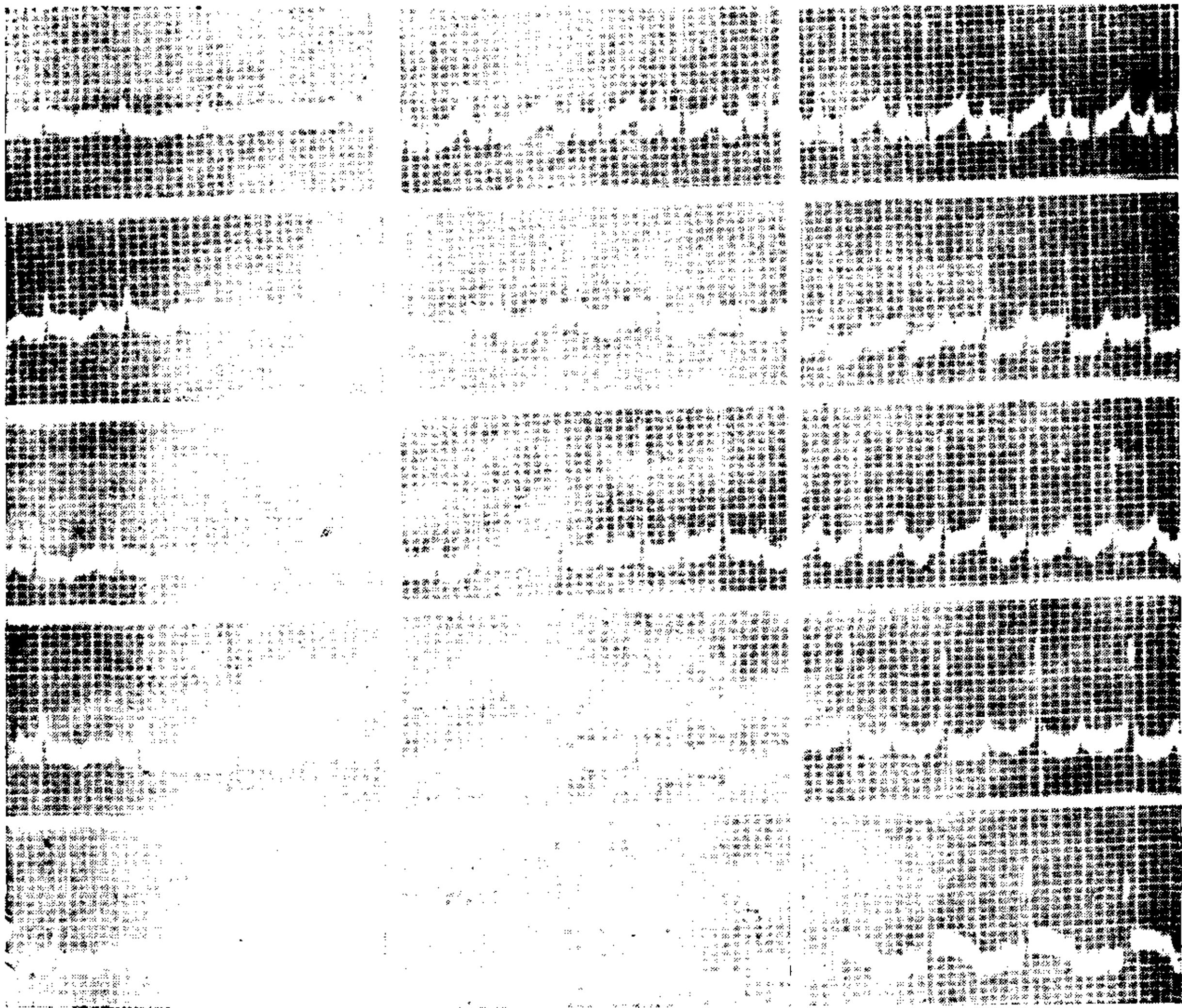


FIG. 6. — Antes (primera serie) y después (segunda serie) de raspar el endocardio en la punta del ventrículo derecho; tercera serie, seis minutos después; cuarta serie, después de la misma injuria al endocardio en la punta del ventrículo izquierdo; la última serie fué obtenida después de golpear dos veces desde el exterior el área apical.

Injuria mecánica del endocardio y miocardio subyacente. — En esta serie de experimentos, para producir irritaciones mecánicas, se utilizó el siguiente método: después de despulir el extremo de una sonda, se introducía el instrumento en una u otra aurícula, pasando a través del orificio mitral (o tricuspídeo) hacia la punta del cora-

zón. En esta área, se injuriaba al endocardio y miocardio inmediatamente subyacente, raspando la región seis u ocho veces. Las autopsias practicadas al final de cada experimento confirmaron la existencia de lesiones definidas de la región de la punta; en experimentos más prolongados se observó también la acumulación de trombos en el área injuriada. Se eligió esta forma de irritación porque, para la producción de una injuria localizada en un lugar definido del interior del corazón in situ, otros métodos, tales como los que incluyen irritantes químicos, no pueden utilizarse.

Los experimentos se realizaron en diez y nueve animales. Aquí

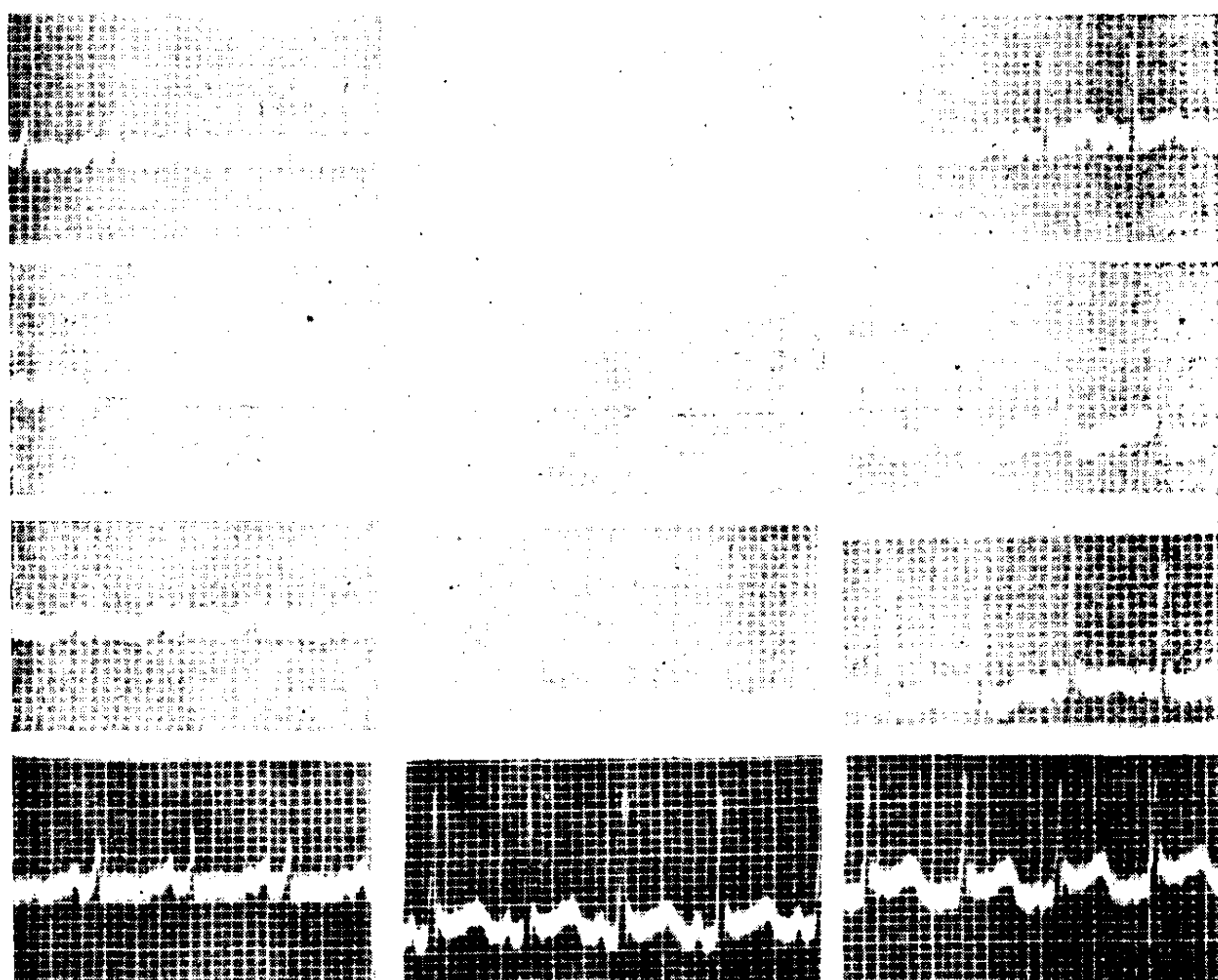


FIG. 7. — Antes (primera serie) y después (segunda serie) de raspar el interior del ventrículo derecho en la región de la punta; tercera serie, cuatro minutos después; cuarta serie, después de golpear tres veces la punta desde el exterior.

también las alteraciones electrocardiográficas desaparecieron completamente en pocos minutos, de modo que fué posible repetir la irritación varias veces en el mismo animal; siempre se obtuvieron los mismos resultados.

En ninguno de los experimentos de este tipo se observó un ascenso o descenso en el nacimiento de la desviación terminal. Aun-

que aparecieron regularmente alteraciones, ellas consistieron en cambios en la forma de la onda T. El segmento S-T se deprimió a menudo, pero siempre partía de la línea 0.

La figura 6 muestra el electrocardiograma de un perro antes de practicársele ninguna intervención, salvo la abertura del tórax y pericardio. La onda T es negativa en derivación I solamente (primera serie). La segunda serie muestra las alteraciones producidas por el raspado del endocardio en la punta del ventrículo derecho, habiéndose tomado el cuidado de no perforar su pared. La onda T aparece más claramente negativa en la derivación I y el segmento S-T se deprime por debajo de la línea 0 en las derivaciones II y III. La onda T en derivación II es más baja. El electrocardiograma se normalizó prácticamente en seis minutos (tercera serie). Injuriando de manera semejante la región apical del ventrículo izquierdo, se produjeron las mismas alteraciones (cuarta serie). Después de normalizado nuevamente el electrocardiograma, se golpeó dos veces la punta con un instrumento romo. Esto produjo un típico nacimiento elevado en las derivaciones II y III.

En otro experimento (Fig. 7), antes de la producción de la injuria las ondas T eran sólo ligeramente negativas en derivación I. Después de raspada la punta del ventrículo derecho, aparecieron ondas T negativas en todas las derivaciones y el segmento S-T se deprimió en las derivaciones II y III (segunda serie). Las alteraciones desaparecieron, en su mayor parte, en cuatro minutos (tercera serie). El último grupo de trazados muestra un nacimiento elevado de la desviación terminal con ondas T positivas en derivación III (y II) luego de golpear tres veces la superficie externa de la punta.

Después de la injuria endocárdica, en el veinte por ciento de los experimentos, las ondas T fueron transitoriamente más altas en las derivaciones II y III.

La aplicación de soluciones salinas a diferentes partes de las aurículas, causó, a veces, perturbaciones del ritmo que serán discutidas en otra oportunidad; ocasionalmente se alteró también la forma de las ondas P, particularmente después de irritar la región del nódulo sinusal. No se observaron otros cambios.

COMENTARIOS

La irritación mecánica o química de pequeñas zonas de la mayor parte de la superficie cardíaca conduce a un nacimiento elevado en de-

rivación III (y II). Solamente de la cara anterior del ventrículo derecho no pudieron obtenerse estas alteraciones. Pudo conseguirse regularmente un nacimiento elevado en las derivaciones I y II, de una pequeña zona de la cara anterior del ventrículo izquierdo, así como ocasionalmente, del borde izquierdo del corazón. Descenso en el nacimiento en derivación I se produjo solamente cuando se irritó la pared lateral y posterior del ventrículo derecho. La irritación de toda la superficie, como por ejemplo, por la aplicación de una solución de cloruro de sodio al 10 %, condujo, por lo tanto, a un descenso en el nacimiento en derivación I y una elevación en derivación III. La irritación de la punta del corazón produjo las más claras alteraciones. El raspado de la pared interna del corazón fué seguido de una depresión del segmento S-T y de alteraciones de la onda T, pero este procedimiento no condujo a elevación o descenso en su nacimiento. Las modificaciones de la posición del corazón, aunque ligeras, hacen desaparecer las alteraciones del segmento S-T. Las perturbaciones producidas por los métodos empleados desaparecen en pocos minutos y el electrocardiograma vuelve a lo normal sin nuevas alteraciones de la desviación terminal. Wilson y colaboradores ¹², encontraron un comportamiento similar en los corazones de los animales de sangre fría ¹³.

En otras palabras, en el electrocardiograma obtenido con derivaciones indirectas se pueden observar, por la irritación de pequeñas zonas del corazón que no exceden de 1 cm²., las mismas alteraciones que aparecen después de más severos y profundos daños de la musculatura cardíaca, ya sea por cauterización, ligadura de los vasos coronarios, etc. En todas las investigaciones en las cuales se registre el electrocardiograma inmediatamente después de la ligadura de los vasos coronarios, deben tenerse en cuenta estas alteraciones, pues los cambios pueden ser simplemente la consecuencia de la injuria mecánica del epicardio y miocardio inmediatamente subyacente.

Después de la ligadura de las arterias coronarias, Barnes y Mann ¹ observaron cambios cuya naturaleza dependía de si la ligadura se había hecho sobre la arteria del ventrículo derecho o del izquierdo. La ligadura de una arteria del ventrículo derecho daba lugar a la aparición de electrocardiogramas semejantes a los observados en el hombre en los infartos de la pared posterior del ventrículo izquierdo (tipo T₃). Después de la ligadura de una arteria del ventrículo izquierdo, cualquiera que fuera la posición de la misma, apa-

recía en derivación I un nacimiento elevado (tipo T_1), como en los infartos de la pared anterior, en el hombre. Nuestros estudios concuerdan estrechamente con las investigaciones de Crawford, Abramson y Cardwell⁵. Estos investigadores estudiaron el electrocardiograma después de cauterizaciones profundas del corazón. Cauterizaron el miocardio tan profundamente como les fué posible, sin abrir la cavidad ventricular. Después de cauterizar la cara anterior del ventrículo izquierdo en la punta encontraron, sobre ocho experimentos, nacimiento elevado en derivación I seis veces y en derivación III, dos veces. La cauterización de la pared anterior del ventrículo derecho no produjo alteraciones electrocardiográficas, mientras que el mismo procedimiento aplicado a las zonas cardíacas restantes produjo un nacimiento elevado en derivación III. Haney, Borman y Meek⁷ produjeron necrosis profunda del miocardio, en el perro, por la implantación de radon. Encontraron también nacimiento elevado en derivación I después de la necrosis de la superficie anterior del ventrículo izquierdo y cambios del tipo T_3 , después de lesionar la pared posterior del ventrículo izquierdo. En contraste con todos los otros observadores obtuvieron también, sin embargo, claras alteraciones después de la injuria de la pared anterior del ventrículo derecho. Tal vez sus resultados se alteraron en virtud de la pericarditis que ocurre como resultado de la implantación de radon.

Schütz¹¹ obtuvo también un nacimiento elevado con las derivaciones indirectas. Este autor empleó electrodos a succión de Wiggers, aplicados sobre la pared externa o interna del corazón en la región de la punta. Sus trazados no pueden ser considerados como el reflejo de los resultados de una injuria limitada exclusivamente a la pared interna del corazón, desde que, de acuerdo con la descripción del autor, los efectos de la succión se ejercieron sobre todas las capas del miocardio.

Se considera generalmente que con derivaciones directas de la zona cardíaca injuriada se pueden obtener electrocardiogramas monofásicos. En nuestros experimentos, el no haber podido conseguir un nacimiento elevado después de la injuria de la pared anterior del ventrículo derecho o de la superficie interna del corazón en la punta, puede ser atribuido a las condiciones de la derivación.

La aparición de un nacimiento elevado después de golpear con un instrumento como la punta del corazón, aunque no se produzcan lesiones miocárdicas demostrables anatómicamente, y la rápida

desaparición de las alteraciones electrocardiográficas después del raspado de las capas superficiales del miocardio con papel de lija, a pesar de la clara lesión anatómica, son hechos dignos de ser tenidos en cuenta.

No se obtuvieron evidencias que apoyaran la posibilidad de la participación de espasmos vasculares reflejos en las alteraciones inducidas. Por el contrario, el tipo de los cambios, su inmediata aparición después de las injurias, la ausencia de ondas T negativas, etc., tiende a hacer improbable este mecanismo.

La experiencia clínica enseña que el nacimiento elevado se encuentra sólo en las afecciones miocárdicas en las que, debido a la presencia de una complicación pericárdica (fiebre reumática, afecciones de las arterias coronarias) hay una participación de las capas más superficiales del miocardio.

Esta experiencia, junto con los experimentos descriptos, plantea el problema de sí para la aparición de un nacimiento elevado es necesaria la existencia de una injuria de la superficie *cardíaca* en combinación con un contacto satisfactorio con los tejidos que la rodean. Serán necesarias nuevas investigaciones antes de poder contestar a esta pregunta.

CONCLUSIONES

La irritación mecánica o química de ciertas áreas de la superficie cardíaca, no mayores de un centímetro cuadrado, causan una marcada elevación del segmento S-T (nacimiento elevado), en los electrocardiogramas obtenidos con las derivaciones standard. La irritación de la cara anterior del ventrículo derecho solamente, no altera el electrocardiograma; la irritación de la parte anterior y superior del ventrículo izquierdo produce el nacimiento elevado en derivación I, mientras que la irritación de todas las otras partes de la superficie cardíaca causa un nacimiento elevado en derivación III. Las alteraciones más marcadas aparecen después de la irritación de la punta del corazón. Golpeando una pequeña zona del corazón con un instrumento romo, insuficiente para producir lesión visible, se produce una marcada elevación del segmento S-T (nacimiento elevado).

Ligeros cambios en la posición del corazón o el aislamiento del área injuriada de los tejidos que la rodean, anulan el desplazamiento del segmento S-T.

La irritación mecánica del endocardio y miocardio subyacente en la región de la punta del ventrículo derecho o del izquierdo no produce estos cambios: va seguida simplemente de una depresión del segmento S-T y de alteraciones de la onda T.

BIBLIOGRAFIA

1. *Barnes, A. R., and Mann, F. C.* — Electrocardiographic changes following ligation of the coronary arteries of the dog, "Am. Heart J.", 1932, 7, 477.
2. *Boyd, L. J., and Scherf, D.* — The electrocardiogram in experimental pericardial (epicardial) injury, "Bull. New York M. Coll., Flower and Fifth Avenue Hosps.", 1939, 2, 168.
3. *Clerc, A., et Quinquaud, A.* — Transformation monophasée du complexe électrique du coeur, chez le chien, par traction sur l'apex ventriculaire, "Arch. internat. de pharmacodyn. et de therapie", 1930, 38, 522.
4. *Colombi, C.* — Sulla interpretazione dell'onda a cupola di Smith-Pardee (ricerche sperimentali), "Cuore e circolaz.", 1938, 22, 622.
5. *Crawford, J. H., et al.* — Localization of experimental ventricular myocardial lesions by the electrocardiogram, "Am. Heart J.", 1932, 7, 627.
6. *Feil, H. S., et al.* — The electrocardiographic changes in myocardial ischemia, "Am. Heart J.", 1931, 6, 522.
7. *Haney, H. F., Borman, M. C., and Meek, W. J.* — The relation between the position of experimental myocardial lesions in the dog and the changes in the RS-T segment of the electrocardiogram, "Am. J. Physiol.", 1933, 106, 64.
8. *Herzog, R. S.* — Electrocardiographic studies of chemical pericardial irritation, "Proc. Soc. Exper. Biol & Med.", 1934, 32, 230.
9. *Pezzi, C., Defrise, A., et Agostini, G.* — L'onde en dôme, coronarienne de Smith et Pardee chez le chien; recherches experimentales, "Arch. d. mal. du coeur", 1937, 30, 929.
10. *Schlomka, G.* — Commotio cordis und ihre Folgen, "Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderh.", 1934, 47, 1.
11. *Schütz, E.* — Der monophasische Aktionsstrom, "Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Kreislaufforsch.", 1939, 12, 15.
12. *Wiggers, C. J.* — Monophasic and deformed ventricular complexes resulting from surface applications of potassium salts, "Am. Heart J.", 1930, 5, 346.
13. *Wilson, F. N., Hill Jan G. W., and Johnston, F. D.* — The interpretation of the galvanometric curves obtained when one electrode is distant from the heart and the other near or in contact with the ventricular surface, "Am. Heart J.", 1934, 10, 163.
14. *Wood, F. C., and Wolferth, C. C.* — Experimental coronary occlusion, "Arch. Int. Med.", 1933, 51, 771.

RÉSUMÉ

L'irritation mécanique ou chimique de certaines portions de la surface cardiaque ne dépassant pas d'un cm², originent une surélévation accentuée de l'intervalle S-T. (détachement en haut), dans les E. K. G. pris avec les dérivations standard. Si l'on irrite seulement la paroi antérieure du ventricule droit, l'E.K.G. ne se modifie pas; mais l'irritation de la partie supérieure et antérieure du ventricule gauche origine un détachement en haut en DI, tandis que l'irritation de toutes les autres parties de la surface du coeur causent un détachement en haut en DIII. Les altérations les plus accentuées firent leur apparition après l'irritation de l'apex cardiaque. En touchant une petite partie du coeur avec un instrument camus, de façon à ne pas causer une altération visible, il se produit un détachement en haut de l'intervalle S-T.

De légères modifications dans la position du coeur ou l'isolement de la surface irritée des tissus circonissants, suffisent à annuler ce déplacement de l'intervalle S - T.

L'irritation mécanique de l'endocarde et du myocarde immédiatement au dessous de celui-la, dans la région de la pointe du ventricule gauche ou droit n'origine pas ces altérations: elle est suivie tout simplement d'une dépression de l'intervalle S-T et des modifications de l'onde T.

CONCLUSIONS

Mechanical or chemical irritation of certain areas of the cardiac surface not larger than one square centimeter cause a marked elevation of the S-T segment (high take-off) in the electrocardiogram taken by standard leads. Irritation of the anterior part of the right ventricle alone does not alter the electrocardiogram; irritation of the upper anterior part of the left ventricle causes the high take-off in Lead I while irritation of all other parts of the cardiac surface produces a high take-off in Lead III. The most marked alterations appear after irritation of the cardiac apex. Striking a small area of the heart with a blunt instrument, insufficient to produce visible injury, causes a marked elevation of the S-T segment.

Slight changes of the position of the heart or insulation of the injured area from the surrounding tissue abolishes the displacement of the S-T segment.

Mechanical irritation of the endocardium and subjacent myocardium in the region of the apex of the right or left ventricle does not cause these changes: simply a depression of the S-T segment and alterations of the T-waves follow.

ZUSAMMENFASSUNG

Die mechanische und chemische Reizung bestimmter Zonen der Herzoberfläche die nicht grösser sind als 1 qcm. verursacht eine deutliche Erhöhung von ST (hochliegender Beginn) in den Ekg. mit Standardabl. Die ausschliessliche Reizung der Vorderwand der rechten Kammer ändert nicht das Ekg.; die Reizung des vorderen und oberen Teiles der linken Kammer erzeugt einen hochliegenden

Beginn in Abl. I, während die Reizung aller anderen Teile der Herzoberfläche einen hochliegenden Beginn in Abl. III erzeugt. Die deutlichsten Veränderungen erscheinen nach Reizung der Herzspitze. Wenn man eine kleine Zone des Herzens mit einem abgerundeten Instrument beklopft, ohne eine sichtbare Läsion hervorzurufen, erscheint eine deutliche Erhöhung von ST (hochliegender Beginn).

Mässige Veränderungen in der Herzlage oder die Abgrenzung der gereizten Zonen von den benachbarten Geweben, löscht die ST Abweichung aus.

Die mechanische Reizung des Endokards und des ihm angrenzenden Myokards im Bereiche der rechten oder linken Kammer Spitze ruft diese Veränderungen nicht hervor; sie erzeugt ausschliesslich eine Depression von ST und Veränderungen der T-Welle.

