

Trabalhos Originais

CONSIDERACIONES EN RELACIÓN CON LA REPOLARIZACIÓN AURICULAR

DEMETRIO SODI PALLARES,
JORGE SOBERÓN,
ENRIQUE CABRERA,
MARÍA VICTORIA DE LA CRUZ.
México

La repolarización del músculo auricular está representada en el electrocardiograma normal por el segmento P-R (segmento P-Q de algunos autores¹) pero se prolonga más allá y persiste mientras se inscriben el complejo rápido ventricular y el principio de RS-T.

Los mejores trazos para el estudio de la repolarización auricular son aquellos en que existe bloqueo A-V completo con ritmo lento ventricular. Las mejores derivaciones en esos casos son las directas (derivaciones unipolares o bipolares) por razones bien conocidas.

En un enfermo con bloqueo A-V de 2.º grado, pudimos obtener un trazo intracavitario auricular con derivación unipolar. La técnica del procedimiento y los electrodos usados han sido ampliamente descritos en otro trabajo²⁻³. El trazo correspondiente se muestra en la Fig. 1 puede apreciarse que el accidente auricular es amplio, difásico, del tipo más menos, lo que sugiere que el electrodo explorador está colocado a nivel medio auricular (esa localización fue comprobada por el estudio fluoroscópico). El complejo ventricular más pequeño que el auricular es esencialmente negativo como corresponde en casos normales a trazos tomados en ese sitio.

Cuando el estímulo auricular se bloquea, puede observarse toda la sístole eléctrica auricular. Después de la onda P, sigue un intervalo comparable al segmento RS-T del complejo ventricular y que, com toda probabilidad., es el segmento P-R que reconocemos en las deri-

vaciones standard. Después se inscribe un accidente negativo amplio, que corresponde a la onda T auricular y cuya duración, variable según el complejo bloqueado, es aproximadamente de 0,22 ó 0,23 seg. La sístole auricular en ese trazo (fig. 1) dura hasta 0,44 seg., cifra superior a la que Katz ¹ considera como normal, que es de 0,35 seg. En términos generales podemos decir que la sístole eléctrica auricular tiene duración semejante a la sístole eléctrica ventricular y que el espacio P-Ta es comparable al espacio Q-T. Probablemente la duración del primero varíe en razón inversa con la frecuencia del pulso, como lo hace el segundo. Esa es la opinión del autor antes mencionado.

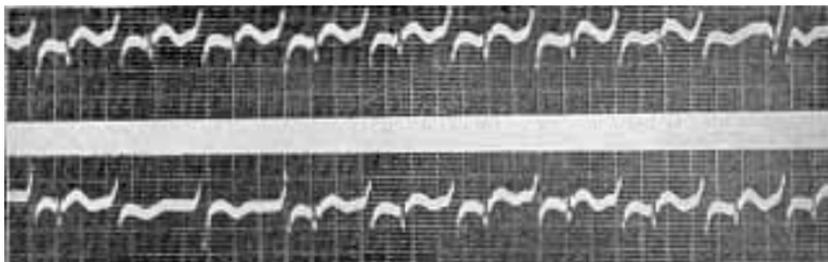


Fig. 1 - Bloqueo auriculo ventricular de segundo grado. Trazo continuo recogido a nivel medio de aurícula. En las deflexiones auriculares no seguidas de complejo ventricular, es fácil de identificar la onda T auricular.

Si en la Fig. 1 se comparan los complejos con respuesta ventricular con aquellos en que existe bloqueo, se verá que la repolarización del músculo ventricular termina solamente 0,08 ó 0,09 seg. después que acabó de la del músculo auricular y que durante 0,08 ó 0,10 seg. se superponen en el trazo las repolarizaciones auricular y ventricular. En ese caso es evidente que la onda T auricular se prolonga en el segmento RS-T. Cuando falta la respuesta ventricular, hay una porción isoelectrica entre la onda T auricular y la P que sigue. Esa puede denominarse diástole eléctrica auricular; su duración en el electrocardiograma que estamos analizando es alrededor de 0,26 seg. En ese período diastólico se lleva a cabo parte de la recuperación ventricular y la línea isoelectrica del electrocardiograma corresponde tanto a la diástole eléctrica auricular como a la ventricular.

Quiero insistir que hasta el momento nos hemos referido a la sístole eléctrica auricular y no a la sístole mecánica; ésta parece que es de más corta duración (aproximadamente 0,11 seg.), como muestran los trazos mecánicos: flebograma, cardiograma y las curvas de presión intraauriculares e intraventriculares. La diferencia de duración que existe entre la sístole eléctrica auricular y la mecánica de la misma cavidad (alrededor de 0,20 seg.) es mucho mayor que la diferencia

entre los fenómenos eléctrico y mecánico correspondientes al ventrículo (alrededor de 0,10 seg., ya que la sístole mecánica ventricular dura 0,27 seg. más o menos).

La repolarización del músculo auricular puede también estudiarse experimentalmente. En un perro preparado convenientemente ² se hizo la sección del haz de His con objeto de producir bloqueo A-V completo. Por medio de una derivación unipolar, colocando el electrodo explorador sobre músculo auricular, en el espacio comprendido entre

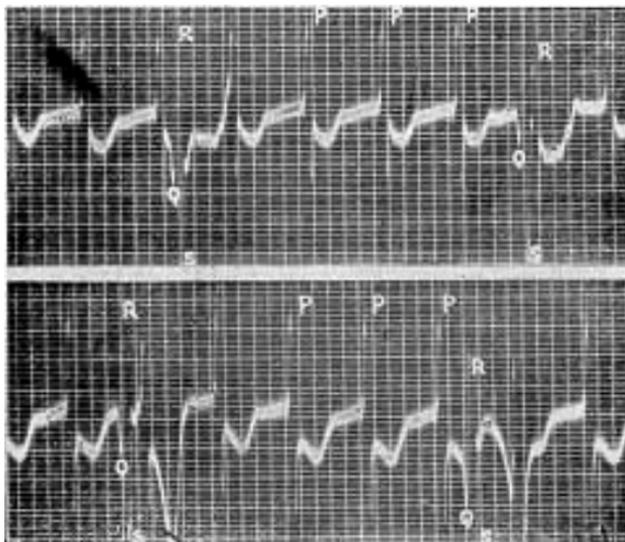


Fig. 2 - Trazos unipolares recogidos en el corazón de un perro al que se le hizo la sección del haz de His con objeto de producir bloqueo A-V completo. El electrodo explorador se colocó sobre músculo auricular, en el espacio comprendido entre la orejuela derecha y la aorta ascendente. A) Control. B) Después de verter unas gotas de agua fría sobre el electrodo explorador.

la orejuela derecha y la aorta ascendente, se obtuvieron los trazos que aparecen en la Fig. 2. Las ondas auriculares polifásicas, del tipo PqRs, son seguidas de una onda T auricular cuya duración aproximada es de 0,18 seg. (Fig. 2. curva superior). La sístole auricular dura alrededor de 0,26 seg. El principio de la onda T auricular está evidentemente por debajo de la línea isoelectrica, no obstante que ésta dista de ser línea recta. Se vertieron unas gotas de agua fría sobre el electrodo explorador con objeto de retardar la recuperación auricular. Después de la maniobra, La onda T auricular dura alrededor de 0,20 seg. y la sístole auricular alrededor

de 0,30 seg. (Fig. 2, curva inferior). El experimento anterior muestra como algunos agentes físicos pueden modificar la repolarización sin cambiar la despolarización del tejido muscular. El principio de la onda T auricular descende varios milímetros en relación con el trazo de control. La frecuencia de ambos trazos es cercana a 120.

Otro procedimiento para estudiar la repolarización del músculo auricular consiste en lesionar alguna porción del músculo y recoger por derivación unipolar la onda monofásica producida. En esa forma no es necesario que exista bloqueo A-V, pero si éste se presenta, la onda monofásica auricular estará libre, frecuentemente, de la superposición de accidentes ventriculares. La Fig. 3 muestra trazos unipo-

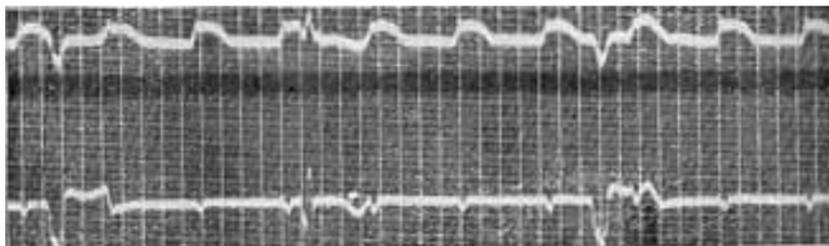


Fig. 3 - Trazos unipolares recogidos directamente en el corazón de un perro después de producir experimentalmente bloqueo A-V completo. Los superiores son auriculares y en ellos se colocó el electrodo explorador en la cara externa y superior de la oreja derecha, previamente lesionada con el hierro al fuego. En los inferiores se colocó el electrodo explorador en la cara libre del ventrículo derecho.

lares recogidos directamente en el corazón de un perro. Los superiores son auriculares y para obtenerlos se colocó el electrodo explorador en la cara externa y superior de la orejuela derecha, previamente lesionada con hierro al fuego. Los inferiores son ventriculares y se colocó el electrodo explorador en la cara anterior de la pared libre del ventrículo derecho. Se provocó bloqueo A-V completo por sección del haz de His. Los complejos ventriculares de la gráfica inferior son de dos tipos: unos son complejos QS empastados e y con muescas y se acompañan de ondas T positivas con franco desnivel positivo de RS-T. Sugieren la existencia de un ritmo idioventricular derecho, pero podría tratarse de bloqueo de la rama izQUIERDA del haz de His con ritmo supraventricular. Los otros complejos ventriculares son del tipo QRs con T negativa, que puede pertenecer a otro ritmo idioventricular o puede corresponder a un estímulo supraventricular con bloqueo de la rama derecha del haz de His. Refuerza esa posibilidad el hecho de que el complejo ventricular está anticipado y li-

gado posiblemente a la onda auricular que le precede. En la curva superior se ve, en la onda monofásica correspondiente, un complejo ventricular superpuesto del tipo qR y T negativa, morfología semejante a la que hemos descrito² en casos de bloqueo de rama derecha, cuando se coloca el electrodo explorador en el interior de la cavidad auricular derecha.

En las ondas monofásicas auriculares (curva superior de la Fig. 3) sin complejos superpuestos, puede estudiarse la duración del fenómeno eléctrico auricular y de la repolarización del elemento muscular correspondiente. La duración total de la onda monofásica es de 0,20 ó 0,21 seg. La fase de repolarización de dicha onda dura alrededor de 0,15 seg. En ese caso la duración de la sístole eléctrica auricular es menor que la que encontramos en la Fig. 1 y que la dada por Katz; en lo anterior influyen posiblemente varios factores, como son el tratarse de un animal y trabajar en tejido lesionado.

La onda monofásica que acabamos de analizar no parece corresponder a tejido uniformemente lesionado, porque la fase de recuperación no se inicia en el pico del accidente rápido (Eyster y Gilson⁴).

Para estudiar las ondas monofásicas auriculares no es necesario producir bloqueo A-V completo, pero en esas condiciones se superponen al complejo monofásico los complejos ventriculares, bien visibles en sus deflexiones rápidas (QRS). En la Fig. 4, los trazos son unipolares y fueron recogidos colocando el electrodo explorador en la superficie externa de la orejuela derecha. En el trazo de control (Fig.4. letra A) la onda P es negativa, con muescas y el complejo ventricular es del tipo Qr; hay ligero desnivel positivo de RS-T. Después de quemar la orejuela con hierro al fuego en el sitio donde estaba colocado el electrodo explorador, se obtuvo la curva B de la misma Fig. 4. La onda P ha variado en su morfología, es del tipo PqR y es seguida de una clara onda monofásica interrumpida en su porción descendente por el complejo ventricular; éste tiene la misma forma que en el control. Se quemó nuevamente con objeto de extender más la lesión, lo que implica, probablemente, que el electrodo explorador queda sobre un tejido uniformemente lesionado. Por ello (Fig. 4, C), la onda monofásica auricular se inicia cerca del vértice de la deflexión positiva de P; esa deflexión de mayor voltaje que en el trazo B está precedida por un accidente menos negativo que cuando la lesión era menos intensa. El complejo ventricular ha variado algo en su morfología. La duración aproximada de la onda monofásica auricular es de 0,25 seg. Creemos importante repetir que el accidente P solo negativo antes de lesionar la orejuela, se vuelve casi solo positivo después de la quemadura. Eso sugiere fuertemente que, no obstante que la orejuela derecha se activa precozmente en relación con otras porciones auriculares, al producirse la zona lesionada se forman

dipolo en ésa, dipolos que permanecen hasta que son neutralizados lentamente por los que se establecen durante la recuperación auricular.

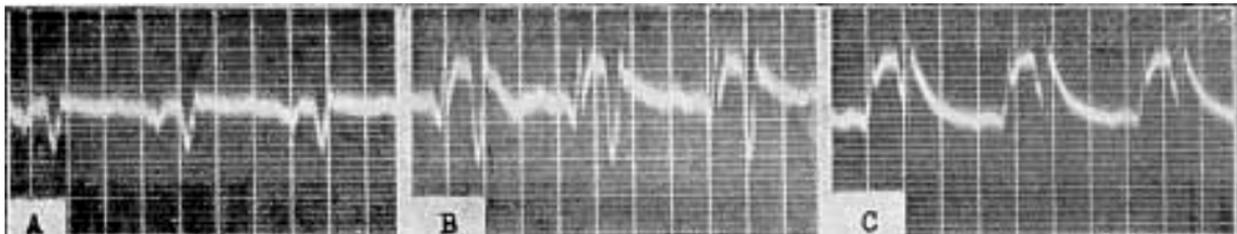


Fig. 4 - Trazos unipolares recogidos en la cara externa de la orejuela dertecha. A) Control. B) Despues de quemar con hierro al fuego debajo del electrodo explorador. C) Despues de quemar nuevamente con objeto de ampliar la lesión.

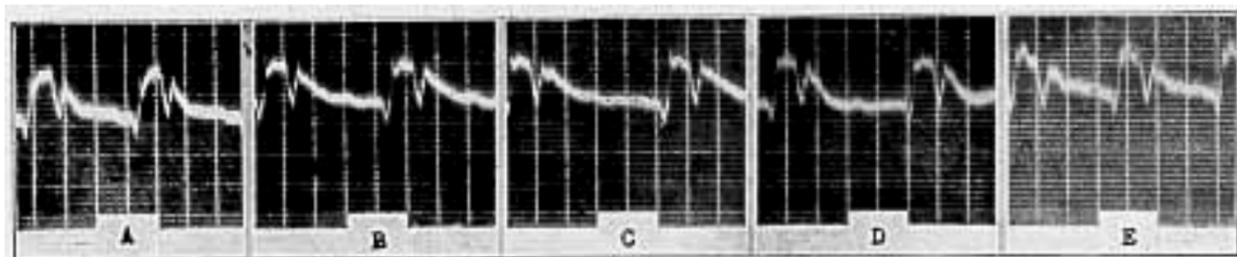


Fig. 5 - Trazos unipolares recogidos en la cara externa de la orejuela derecha despues de la lesionaria con hierro al fuego. A) Trazo de control B, C, y D) Despues de verter unas gotas de suero fisiológico enfriado sobre el electrodo explorador. E) Varios minutos despues de la anterior.

En el mismo experimento se estudió el efecto del frío sobre la repolarización del tejido lesionado. En la fig. 5, letra A, la onda monofásica auricular dura alrededor de 0,19 seg. Se vertieron unas gotas de suero fisiológico enfriado sobre el electrodo explorador, y la onda monofásica recogida después de la maniobra alcanza 0,26 seg. (fig. 5, B), duración que se mantiene algunos minutos (fig. 5, C y D) para disminuir posteriormente (fig. 5, E). Es posible que la braquicardia ocasionada por el enfriamiento del seno, haya sido la única causa del alargamiento del fenómeno sistólico eléctrico, porque en un experimento semejante llevado a cabo sobre aurícula izquierda, no se observaron esas modificaciones (fig. 6).

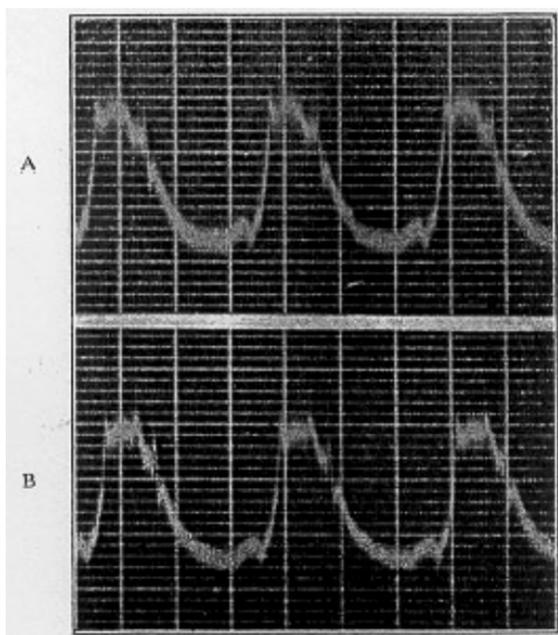


Fig. 6 - Trazos unipolares recogidos en la superficie exterior de la orejuela izquierda, previamente lesionada con hierro al fuego. A) Control. B) Después de verter suero enfriado sobre el electrodo explorador.

El efecto del calor sobre la repolarización del músculo auricular lesionado es contrario al producido por el frío. Eso se hace evidente en las gráficas correspondientes a la fig. 7. Los superiores, en A y B, son unipolares, recogidas en cara anterior de ventrículo izquierdo, fueram tomadas como referencia para localizar, en caso de duda, los complejos ventriculares en las curvas inferiore. Esas son continua-

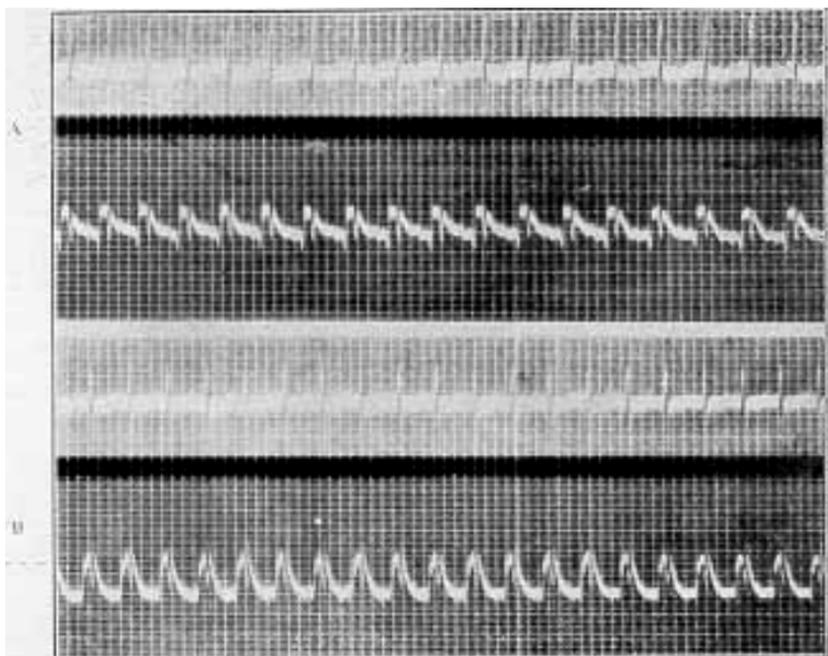


Fig. 7 - Trazos unipolares recogidos en el corazón de un perro. En los superiores A y B se colocó el electrodo explorador en la cara anterior de ventrículo izquierdo. Los inferiores son continuación de los correspondiente a las figuras 3 y 4.

ción de las correspondientes a las figs. 3 y 4. Es decir, todas fueron recogidas en el mismo animal (perro). Los correspondientes a la letra A, muestran que la duración de la onda monofásica oscila alrededor de 0,34 seg. Las inferiores fueron recogidas después de verter sobre el electrodo explorador suero fisiológico calentado; en ellas las ondas monofásicas duran 0,27 seg. más o menos. La taquicardia puede haber influido en el acortamiento referido.

En ocasiones es suficiente la simple presión ejercida por el electrodo explorador para producir un marcado desnivel o monofasismo en el segmento que sigue al accidente P. El trazo en la fig. 8 fue recogido en tejido auricular, cerca de la orejuela derecha, en el corazón de un perro al que se le cortó el haz de His para producir bloqueo A-V completo. Las ondas P difásicas son seguidas de una pequeña pero evidente onda monofásica. Su duración aproximada es de 0,20 seg. Los complejos ventriculares parecen ser originados en un centro independiente de las función auricular. La parte inicial de las

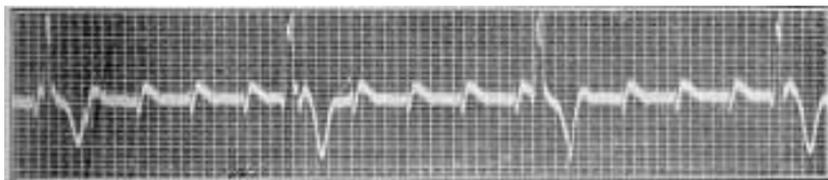


Fig. 8 - Trazos unipolares recogidos en tejido auricular, cerca de la orejuela derecha, en el corazón de un perro al que se le cortó el haz de His para producir bloqueo A-V completo.

ondas ventriculares es diferente en los distintos complejos según sea poca o mucha la superposición de las ondas monofásicas auriculares. Las distintas profundidades de la onda T pueden tener la misma causa.

Se estudiaron también los cambios en la repolarización auricular producidos por la ligadura de la arteria circunfleja derecha cerca de su origen. Las curvas que aparecen en la figura 9 corresponden a di-

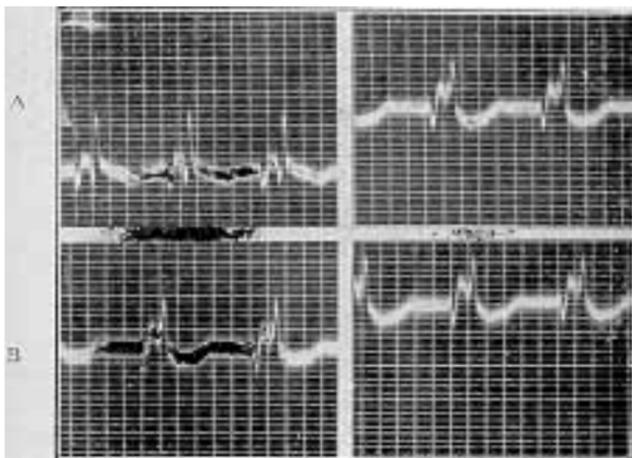


Fig. 9 - Trazos unipolares recogidos en aurícula derecha. Se colocó el electrodo explorador en el espacio comprendido entre la orejuela derecha y la salida de la aorta. A) Control B, C y D) Trazos tomados 5, 10 y 15 minutos después de ligar la circunfleja derecha cerca de su origen.

cho experimento. Se colocó el electrodo explorador por encima del sitio de la ligadura, en el espacio comprendido entre la orejuela derecha y la salida de la aorta. El control (fig. 9, A) muestra una onda P negativa y un complejo ventricular del tipo qR. Hay desnivel del segmento P-R, de 1,5 mm, desnivel que se continúa, en declive,

en RS-T. La onda T es negativa. El desplazamiento del segmento referido es probablemente producido por la presión del electrodo explorador, presión favorecida por los movimientos del corazón. Después de ligar la circunfleja derecha, cerca de su origen, se registraron las curvas correspondientes a las letras B, C y D de la misma figura. En ellas se aprecia una clara onda monofásica auricular, cuya porción inicial llega a estar hasta 3,5 mm. por encima de la línea isoeléctrica. El complejo ventricular se superpone en su porción descendente con morfología semejante a la descrita en el control. La onda auricular es del tipo PrsR y desde el vértice de su segunda deflexión positiva es seguida de la onda de lesión. La duración de la sístole auricular es de 0,17 seg., duración muy aproximada desde que no es posible precisar dónde termina y dónde se inicia la onda T ventricular. La semejanza de esos trazados obtenidos por ligadura con los recogidos después de quemar el músculo auricular es notable.

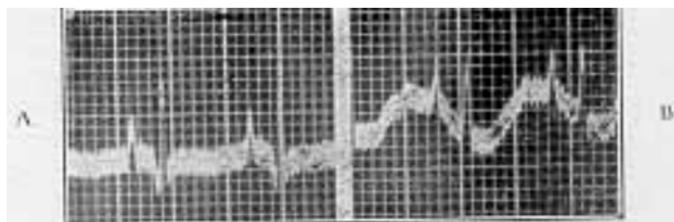


Fig. 10 - Trazos unipolares recogidos en la superficie exterior de la orejuela izquierra. A) Control. B) Después de verter suero fisiológico enfriado sobre el electrodo explorador.

Vale la pena señalar que pocos minutos después de la oclusión del vaso, se aprecia macroscópicamente una zona infartada amplia, en cara anterior del ventrículo derecho, cerca del surco aurículo ventricular. Damos ese dato porque es bien sabido que son excepcionales los infartos aislados de ventrículo derecho en el corazón del hombre no obstante que en estudios anatómicos bien llevados ⁵ es frecuente la obstrucción de la circunfleja derecha. También se observan, cuando se liga ese vaso, algunas alteraciones del ritmo, como son bradicardias, ritmos nodales y bloqueos sino-auriculares. En un experimento apareció fibrilación ventricular a los pocos minutos de la oclusión de la coronaria derecha. Eso implica que no es obligada una disminución importante del flujo coronario para que se presente la fibrilación terminal. En ese caso la descendente posterior era rama de la circunfleja izquierda.

Hasta el momento todo parece indicar que el fenómeno de la polarización auricular es muy importante y debe tenerse en cuenta en

la interpretación de los electrocardiogramas. Es sobre todo en el segmento RS-T donde hay que poner más atención para no interpretar sus desniveles como ventriculares cuándo tienen un origen auricular. Esa aseveración se hace evidente en el siguiente experimento llevado a cabo en un perro. Se colocó el electrodo explorador, de una derivación unipolar, en la superficie exterior de la orejuela izquierda. El control (Fig. 10, A) muestra una onda P solo positiva y un complejo ventricular del tipo qRs. No hay onda T ni desnivel apreciable de los segmentos P-R o RS-T.

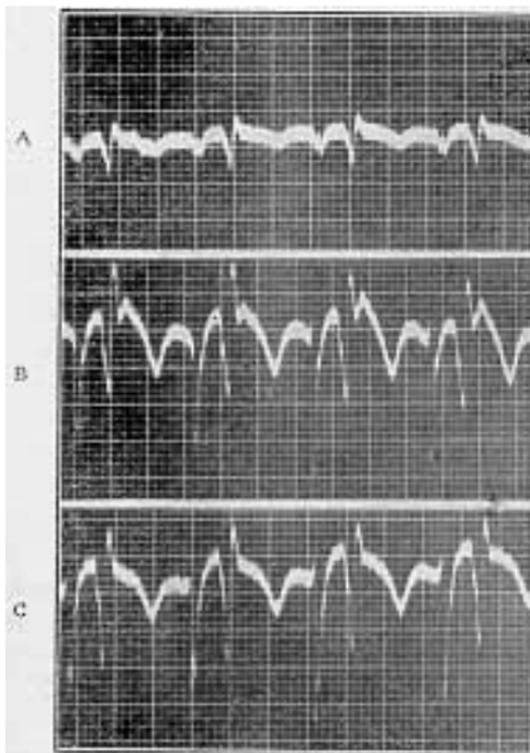


Fig. 11 - Electrocardiograma normal. Trazos unipolares recogidos en: A) Cava superior; B) y C) Nivel superior auricular.

Se vertieron unas gotas de suero fisiológico enfriado sobre el electrodo explorador, teniendo especial cuidado de que no alcanzaran las superficies ventriculares. Esas fueron aisladas con algodón. El trazo obtenido después de la maniobra (Fig. 10, B) muestra un desnivel negativo acentuado del segmento RS-T, que alcanza en su porción ini-

cial 4,5 mm. Ese desplazamiento no corresponde a alteración alguna de la repolarización ventricular y eso puede reconocerse observando que hay un desnivel progresivo del segmento P-R que se continúa solo interrumpido por el complejo, ventricular, con RS-T. Esa continuidad se lleva a cabo en una curva bien definida y las porciones que la constituyen se ven claramente relacionadas entre si, como formando parte de un solo fenómeno. Creemos que esa es la característica más importante para reconocer cuando los desniveles de RS-T dependen de alteraciones en la recuperación auricular.

En trazos intraauriculares recogidos en el corazón humano, pudimos obtener desniveles del segmento P-R atribuibles a la presión ejercida por el electrodo intracavitario sobre el músculo sub-endocárdio. Dichos desniveles se acompañan de desplazamientos de RS-T producidos por cambios en la recuperación auricular y no en la ventricular. Eso queda demostrado al no existir desnivel de RS-T en los trazos intraventriculares.

El trazo que aparece en la Fig. 11, letra C, corresponde a una derivación intraauricular, en la que el electrodo intracavitario se localizó en niveles altos auriculares. Hay desnivel positivo de P-R, de tipo monofásico y seguido, en curva bien definida, del desplazamiento de RS-T.

En la Fig. 12, letra B, se muestra otro trazo tomado en el mismo sitio. Nuevamente RS-T es simple continuación de P-R. Trazos ventriculares (Fig. 12, E y F) enseñan que la recuperación ventriculares normal.

Se admite que en el músculo ventricular la repolarización es en gran parte determinada por la despolarización del mismo elemento. No hay razón para no suponer que algo semejante sucede en el musculo auricular y si hablamos de cambios primarios y secundarios de la onda T ventricular, es razonable suponer que términos semejantes pueden aplicarse a la repolarización auricular; si la P es pequeña, com muescas y aún negativa se dirá que son primarios y en relación com lesiones miocárdicas auriculares.

Estos puntos de vista pueden ser importantes, como lo sugieren Zuckerman y colaboradores ⁶ en su trabajo sobre corazón pulmonar crónico. Dichos autores estudiaron 50 casos de corazón pulmonar crónico y encontraron a parte de las modificaciones del accidente auricular, desnivel negativo de P-R en aquellas derivaciones en que está aumentada el área englobada por P; por ello suponen que esas alteraciones de la repolarización auricular son secundarias a los cambios

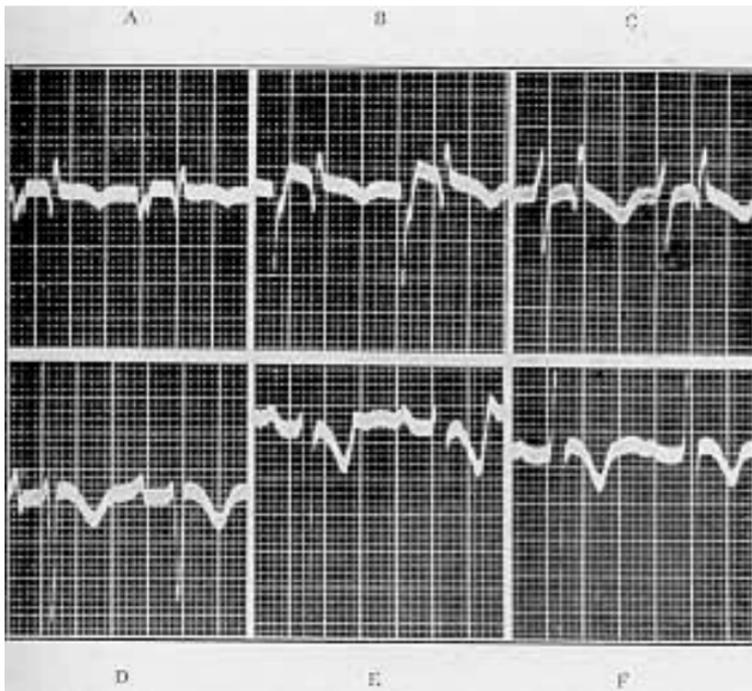


Fig. 12 - Trazos unipolares recogidos en las cavidades derechas del corazón humano. A) En vena cava superior. B) A nivel alto auricular. C) A nivel medio auricular. D) En vena cava inferior. E y F) En cavidad ventricular. Obsérvese el desnivel positivo de P-R y RS-T en trazo recogido a nivel alto auricular.

de despolarización del mismo elemento muscular. En la Fig. 13 se muestra un electrocardiograma de un enfermo con ese tipo de cardiopatía. Hay desnivel negativo acentuado del segmento P-R en D2 y

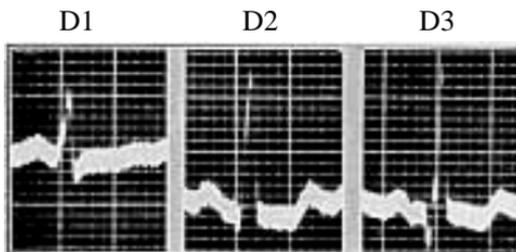


Fig. 13 - Electrocardiograma de un enfermo con corazón pulmonar crónico. Desnivel negativo de P-R por alteración secundaria de la repolarización auricular.

D3, con acentuado desnível, también negativo de RS-T. Por la continuidad de los desniveles, es muy probable que sea la repolarización auricular la responsable principal de ambos, no así, la negatividad de T que referimos a la hipertrofia ventricular derecha que ese enfermo presentaba. Como son de consideración las áreas englobadas por P 2 y P 3, es legítimo hablar de cambios secundarios en la recuperación auricular, referibles más a hipertrofia auricular derecha que a lesiones miocárdicas auriculares.

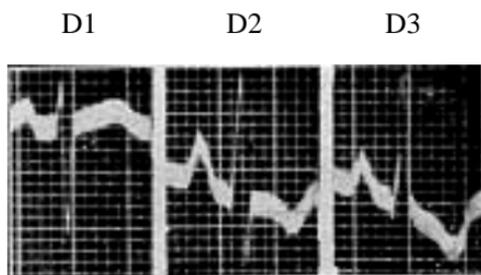


Fig. 14 - Electrocardiograma de un enfermo con cardiopatía reumática. Desnível negativo de P-R por alteración primaria de la repolarización auricular.

En otras ocasiones existen desniveles evidentes de P-R, con ondas P pequeñas o no aumentadas de tamaño. En la Fig. 14 se muestra un trazo de un enfermo con endomiocarditis reumática tipo doble lesión mitral e insuficiencia aórtica. Hay desnivel negativo de P-R en D2 y D3. Las áreas englobadas por el accidente auricular son normales o aún pequeñas. El desnivel negativo de RS-T, sobre todo en D2, parece ser consecutivo al desnível de P-R. En ese caso puede hablarse de una alteración primaria de la repolarización auricular que depende probablemente de alteraciones del músculo auricular y no de hipertrofia auricular que en ese caso también existía.

Uno de los objetos de la presente comunicación consiste en recalcar la importancia de un fenómeno que frecuentemente olvidamos en la interpretación de los trazos: la repolarización auricular. Hasta el momento no hemos hecho consideraciones sobre la forma del segmento P-R o de la onda T auricular, pero parece posible que por futuras investigaciones puedan llegar a reconocerse, como en RS-T, formas diversas de repolarización auricular debidas a digital, a isquemia, a lesión, a taquicardia y aún obtener una orientación en la etiología del disturbio.

SUMARIO

Se estudia experimentalmente la repolarización auricular, tanto en animales como en el hombre, bajo la influencia de diversas condiciones: bloqueo A-V completo e incompleto, enfriamiento, calentamiento, quemadura y oclusión de la circunfleja derecha (isquemia y lesión).

Se hace notar la importancia de tomar en consideración la repolarización auricular en la interpretación clínica de los trazos, especialmente en lo que se refiere a su efecto sobre los segmentos P-R y RS-T.

Se insiste en la importancia en dividir en primarios y secundarios los cambios de esos segmentos, dados por la repolarización auricular.

Se mencionan las posibilidades de que en el futuro pudieran diagnosticarse con mayor precisión diversas alteraciones auriculares por el estudio de la repolarización auricular.

BIBLIOGRAFIA

1. Katz, L. N.: *Electrocardiography*. 2nd Edition, Philadelphia, 1946.
2. Sodi, P. D., Vizcaino, M., Soberón, J. y Cabrera, C. E.: *Comparative Study of the Intracavity Potential in Man and in Dog*. Trabajo en prensa, *Am. Heart Jour.*
3. Sodi, P. D.: *Una Interpretación a los Cambios Electrocardiograficos Consecutivos a la ligadura de una Arteria Coronaria en el Perro*. Libro Homenaje al Profesor Doctor Ignacio Chavez, México, 1946.
4. Eyster, J. A. E. and Gílsen, W. E. *The Development and Contour of Cardiac Injury Potential*. *Am. Jour of Phys.* 145, 507, 1946.
5. Blumgart, H. L., Schiesinger, M. J. and Davis, D.: *Studies on the Relation of the Clinical. Manifestation of Angina Pectoris, Coronary Thrombosis and Myocardial infarction to the Pathological Findings*. *Am. Heart Jour.* 19, 1, 1940.
6. Zuckerman, R., Cabrera, C. E., Fishleder, B. I. y SodI, P. D.: *Electrocardiograma en el Corazón Pulmonar Crónico*. Trabajo en prensa.