

## Editorial

# La "espiga" del marcapasos

Desde hace más de 15 años, el desarrollo de las técnicas de estimulación eléctrica cardíaca y sus excelentes resultados en el tratamiento de diversas alteraciones del ritmo y la conducción, han venido promoviendo paralelamente el crecimiento en extensión y complejidad de las técnicas de control y seguimiento del paciente con marcapaso implantado, hasta conformar casi una subespecialidad dentro de la cardiología moderna.

Dentro de este contexto, la atención de investigadores y clínicos se centró rápidamente en el pequeño artefacto que el estímulo del marcapaso deja en el trazado electrocardiográfico: la "espiga".

Desde que en 1960 Knuckey, Rodrigo, Thalen y otros propusieran a la osciloscopía del artefacto de estimulación como un nuevo método complementario de la electrocardiografía convencional, es mucho lo que ha entregado este análisis al conocimiento del funcionamiento de los sistemas de estimulación.

Es así que, al "estirar" el trazado electrocardiográfico, utilizando osciloscopios de muy alta velocidad de barrido, esa breve línea apenas trazada en el registro convencional, se transforma en una onda o pulso perfectamente visible, registrable y cuantificable en muchos de sus aspectos.

### **EL ANALISIS OSCILOSCOPICO DE LA "ESPIGA"**

Además de las clásicas mediciones de frecuencia, pueden determinarse las amplitudes en distintos puntos del impulso (estableciéndose así mesetas y pendientes), la duración del mismo, diversas modificaciones de las morfologías normales para cada marcapaso según efectos de resistencias y capacitancias

sobre el circuito externo al generador (electrodos - interfase - músculo cardíaco), y aún fenómenos que se prolongan hasta después de finalizado el estímulo, como las corrientes de polarización de los electrodos.

Ya que se emplean las derivaciones habituales en electrocardiografía, o bien las del sistema de Frank, pueden ubicarse todos estos fenómenos vectorialmente en los distintos planos, determinando su variabilidad o su constancia de latido a latido.

Todo ello permite la exploración de "unidades anatómicas y funcionales" del sistema de estimulación: el generador, los conductores, los electrodos, la aislación del circuito, la interfase electrodo-músculo cardíaco.

A partir del análisis de la frecuencia y la duración del impulso, puede estimarse el voltaje de las baterías, esto es decir, su estado de carga, aproximándose en consecuencia en términos de probabilidad estadística a la predicción de su vida útil. Con iguales elementos pueden detectarse fallas incipientes en los circuitos del generador.

La valoración de la resistencia externa al generador, esto es, del circuito catéter-electrodo-interfase, puede realizarse mediante la medición de la pendiente exponencial de caída de la amplitud con respecto al tiempo, la relación numérica entre meseta y duración total, o ambas variables a la vez, según se trate de distintos tipos de marcapasos.

Del análisis vectorial del dipolo espiga en los distintos planos, pueden surgir elementos para determinar la ubicación y movilidad del catéter electrodo.

Las modificaciones que sobre la morfología normal de la espiga introduce el efecto de una capacitancia paralela en el circuito re-

sistivo habitual, y la determinación de algunas variables asociadas a esta situación, permiten diagnosticar con toda precisión las pérdidas de aislación del sistema.

Los potenciales residuales de polarización pueden verse también claramente, determinándose su magnitud y orientación espacial, lo que permite no sólo ubicar el origen del defecto, sino también cuantificarlo adecuadamente.

Finalmente, un vasto campo de investigación se abre a las variaciones de la impedancia de la interfase electrodo-músculo cardíaco, los fenómenos con ella asociados y su relación con el umbral de estimulación.

### **VALOR CLINICO DEL ANALISIS OSCILOSCOPICO**

No escapará a la comprensión del lector la indiscutible importancia de establecer en todos los casos un correcto diagnóstico del tipo, ubicación, proyección clínica y valoración pronóstica a corto y mediano plazo, de cada una de las disfunciones que pueden afectar al sistema de estimulación. Ello permite implementar no sólo un adecuado tratamiento, sino también adecuar las tácticas y técnicas clínico-quirúrgicas a cada caso particular, obviándose intervenciones innecesarias o mal programadas, que pueden no sólo no resolver el problema, sino incluso sumar nuevas complicaciones. De un cuidadoso análisis de las causas de las distintas fallas a lo largo de una experiencia importante, pueden obtenerse también sólidos criterios para la prevención de las mismas, cuando ella fuere posible.

La valoración de la carga del generador, es, sin lugar a dudas, una de las preocupaciones fundamentales dentro de un esquema de seguimiento del paciente con marcapasos implantado. La presencia de indicadores fidedignos y precoces de descarga, tales como la duración del impulso, permite en muchos marcapasos establecer el diagnóstico de agotamiento indubitablemente. Sin embargo, es de hacer notar que el hallazgo de valores normales en un único control no permite efectuar un pronóstico de la vida útil remanente basándose en criterios osciloscópicos sino estadísticos, ya que la inclusión del generador en una distribución Gaussiana normal de expectación de vida para cada marca,

modelo y serie, sólo puede permitir una aproximación probabilística. Obviamente, dicha predicción resulta tanto más segura cuanto más cercana al fin de la vida útil estimada se haga, por cuanto se reducen efectivamente los términos de la dispersión en menos con respecto a la media. Por ejemplo, un generador controlado a los 36 meses, y que presentara valores normales, tendrá una duración aproximada que en todos los casos no será menor de 36 meses. Esta verdad de Perogrullo resulta difícil de llevar a la práctica por lo peligroso de dilatar el control hasta términos de vida tan prolongados; pero ello puede obviarse con controles seriados de rutina desde el implante, que se hagan más frecuentes a medida que nos acercamos a la vida útil estimada estadísticamente.

De similar importancia resulta la posibilidad de detectar fallas incipientes en el sistema de circuitos del generador; ya que el cese de la estimulación por esta razón, o el brusco cambio de su modalidad (bradicardias, MP corredor), podrá transformarse en una grave complicación para el paciente.

Es en el amplio campo de las alteraciones en los electrodos, donde la osciloscopía de alta velocidad presenta mayor utilidad, especialmente si se tiene en cuenta la escasa información que al respecto proporciona la electrocardiografía convencional. Resulta de una importancia clínica fundamental determinar la correcta ubicación y movilidad del electrodo estimulador, tanto en el postimplante inmediato, como en estadios alejados, ya que el desplazamiento del electrodo es una de las complicaciones más frecuentes en el empleo de la vía endocavitaria, y sus consecuencias muchas veces son graves.

Un electrodo anormalmente ubicado, que se moviliza excesivamente, y que se encuentra polarizado por disminución de su área de contacto efectiva con el endocardio, presenta una incidencia de desplazamiento de poco más del 80 % en los primeros 12 meses que siguen al implante, con lo que debería ser reubicado en forma programada, evitándose así la complicación futura. La polarización por sí misma, y ya no como alteración premonitoria de dislocación, puede provocar el cese de la estimulación en el corto y mediano plazo. La valoración seriada de la

magnitud de la corriente de polarización y las causas de la misma permite la intervención médica o quirúrgica en el momento adecuado: esto es, cuando aún existe respuesta 1 a 1, pero el riesgo que amenaza su permanencia comienza a ser inaceptablemente alto.

Otro tanto puede decirse para las pérdidas de aislación del circuito, defecto este universalmente extendido a todos los elementos que lo componen (generador, conexiones y adaptaciones, electrodos) y de incidencia sorprendentemente cercana al 10 % del total de los pacientes. La determinación de la magnitud y ubicación del defecto, y la identificación de sus causas, permite proyectar un seguimiento atento en algunos casos, y en otros establecer con claridad la oportunidad quirúrgica, al tiempo que acerca al cirujano una orientación anatómica precisa, favoreciendo así la implementación táctica adecuada y el correcto abordaje.

Excede con mucho el ámbito de estas líneas la descripción y análisis clínico de las numerosas variantes que puede presentar la morfología de la espiga ante el agregado de distintas resistencias externas, y su relación con la resistencia interna del generador; pero al menos diremos que, de no variar la resistencia del electrodo, los cambios en la resistencia externa pueden ser homologadas a variaciones en las condiciones de pasaje a través de la interfase electrodo-músculo cardíaco. De allí a la valoración del umbral la brecha se acorta significativamente, a tal punto que puede establecerse una excelente correlación entre ambas variables: umbral y resistencia de la interfase. Un seguimiento pormenorizado de los incrementos de resistencia evidenciables mediante la osciloscopia resulta de la mayor utilidad en la semiología y clínica del marcapasos, y aún en la valoración de la evolutividad de la cardiopatía responsable, ya sea en el largo plazo o en episodios agudos.

## **EVALUACION COMPARATIVA DE LA METODOLOGIA**

### **Consideraciones estadísticas**

Al compararse con la electrocardiografía convencional y con la intervalometría, la osciloscopia de alta velocidad no pretende desplazarlos, sino solamente establecer puntos de reparo para que pueda reconocerse su real utilidad clínica.

Si se toman el total de fallas posibles en el sistema de estimulación, y que fueran evidenciadas mediante cirugía, el porcentaje de falsos negativos alcanza al 21,9 %, contra un 87,7 % y 71 % para la intervalación y el ECG respectivamente ( $p < 0,001$ ). Esta notoria diferencia de sensibilidad se incrementa en cuanto a su seguridad cuando el análisis osciloscópico se lleva a cabo cada 3 meses rutinariamente desde el implante, descendiendo los falsos negativos a 1,2 % ( $p < 0,001$ ).

En lo que se refiere a la especificidad, el porcentaje de falsos positivos se sitúa en 10,9 %, mientras que la electrocardiografía arroja valores cercanos al 50 % ( $p < 0,001$ ).

Justamente aquellas fallas con mayor incidencia (agotamiento, pérdida de aislación, alteraciones de la interfase y fallas combinadas) y que suman el 78 % de las fallas totales, son las que el ECG evalúa con menor sensibilidad y especificidad. El control osciloscópico completo cada 3 meses o menos, reduce notoriamente el riesgo de estos enfermos, al diagnosticar con un 98,8 % de sensibilidad y un 89,1 % de especificidad cualquier tipo de trastornos en forma indiscriminada; y con un 100 % de sensibilidad y un 98 % de especificidad aquellas fallas más comunes que se mencionan más arriba.

**Dr. BERNARDO B. LOZADA (h)**