

# Registro de la actividad del haz de His por promediación de señales, a través de cables epicárdicos temporarios, en pacientes sometidos a cirugía cardíaca

J. A. VASQUEZ, D. ORTEGA, R. LAIÑO, E. SEGURA, J. ALBERTAL, R. REGINATTO, A. GINIGER

Instituto Cardiovascular de Buenos Aires

Trabajo recibido para su publicación: 5/93. Aceptado: 7/93

Dirección para separatas: Blanco Encalada 1543, Buenos Aires, Argentina

## *Antecedentes*

Los trastornos de conducción son frecuentes en el posoperatorio del reemplazo valvular, en sujetos en quienes los anticoagulantes dificultan el estudio invasivo de la conducción auriculoventricular. El objetivo de este estudio fue registrar la actividad eléctrica del haz de His desde cables epicárdicos temporarios luego de la cirugía cardíaca.

## *Material y método*

Fueron estudiados 58 pacientes y en 10 de ellos se efectuó la correlación del método con el estudio invasivo. Se empleó un promediador de señales, utilizando derivaciones bipolares de acuerdo con el sistema ortogonal estándar, conectando una derivación (Z) al cable epicárdico temporario. El estudio se dio por terminado cuando el nivel de ruido llegó a  $0,2 \mu V$ . La actividad eléctrica del haz de His debió ser registrada en por lo menos 2 de 3 derivaciones.

## *Resultados*

Los valores del intervalo H-V oscilaron entre 28 y 155 mseg. Cuando ambos métodos fueron utilizados, el coeficiente de correlación fue de 0,96.

## *Conclusiones*

1) Es posible identificar una señal compatible con la actividad eléctrica del haz de His en el posoperatorio a través de cables de estimulación epicárdicos temporarios; 2) la correlación con el método invasivo fue muy buena; 3) permite la reevaluación periódica de los trastornos de conducción posoperatorios; 4) en el grupo de pacientes con trastornos de conducción, permitió identificar de manera adecuada a aquellos a los que se debía implantar el marcapasos. Rev Arg Cardiol 1994; 62 (2): 199-204.

*Palabras clave* His - ECG señal promediada.

Los trastornos de conducción son frecuentes en el posoperatorio de la cirugía cardíaca, oscilando entre el 10-15% de acuerdo con diferentes series, siendo mayor la incidencia en la cirugía de reemplazo valvular.<sup>1,2</sup>

En algunos casos, las alteraciones de la conducción son previas y en otros se presentan en el acto quirúrgico, relacionadas con la cardioplejía, hipotermia, trastornos electrolíticos, traumatismo durante el reemplazo valvular, cierre de defectos septales, etc.<sup>3</sup>

La mayoría de estos trastornos son transitorios y en general se resuelven antes del tercer día (habitualmente dentro de la segunda sema-

na), pero existen casos en los que la decisión de colocar un marcapasos definitivo debe tomarse luego de un estudio electrofisiológico (EEF). Este tiene el inconveniente de ser invasivo y presentar cierto riesgo para el paciente posquirúrgico, por ejemplo en los reemplazos valvulares, en los que la posibilidad de infección (endocarditis protésica) y hemorragia (por la anticoagulación) están siempre presentes.

Por este motivo muchos investigadores trataron de registrar el electrograma del haz de His desde la superficie corporal con resultados diversos. El objetivo de este trabajo es evaluar la posibilidad de obtener este registro en forma

○ SITIO DE COLOCACION DE LOS ELECTRODOS

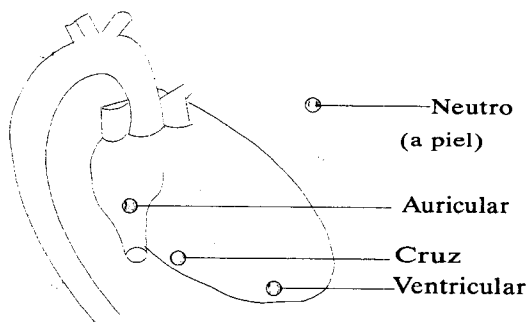


Fig. 1. Esquema que ilustra la posición de los cables epicárdicos temporarios.

simple, no invasiva y con bajo costo, a partir de los cables epicárdicos que a menudo quedan implantados al finalizar el acto quirúrgico. De este modo se podría conocer el estado de la conducción auriculoventricular e incluso evaluar la respuesta a diversos fármacos (por ejemplo, ajmalina) con marcapaseo ventricular de seguridad y sobreestimulación auricular.

#### MATERIAL Y METODO

Se incluyeron 58 pacientes consecutivos (46 hombres y 12 mujeres) con edad promedio de  $52 \pm 17$  años. Se compararon con 10 sujetos a quienes se les realizó el estudio invasivo. Cuarenta y dos habían sido sometidos a cirugía de revascularización miocárdica y 16 a reemplazos valvulares (10 aórticos y 6 mitrales). De los aórticos, 7 eran portadores de estenosis, 2 de insuficiencia y 1 de ambas enfermedades. De los mitrales, 2 presentaban estenosis y 4 insuficiencia.

Después de la cirugía cardíaca, se ubicaron en forma sistemática cuatro cables-electrodos temporarios para estimulación transitoria y registro (fig. 1). Un electrodo se colocó en la aurícula derecha (AD) casi 1 cm por encima de la unión de ésta con la vena cava inferior. El segundo electrodo se ubicó cerca de la "cruz" del corazón, donde puede registrarse el máximo potencial del haz de His. El tercero se implantó en el ventrículo derecho (VD), y el cuarto, un electrodo indiferente, fue colocado en el tejido celular subcutáneo.

Para el presente trabajo se empleó un promediador de señales utilizando las derivaciones bipolares de Frank, conectando una derivación

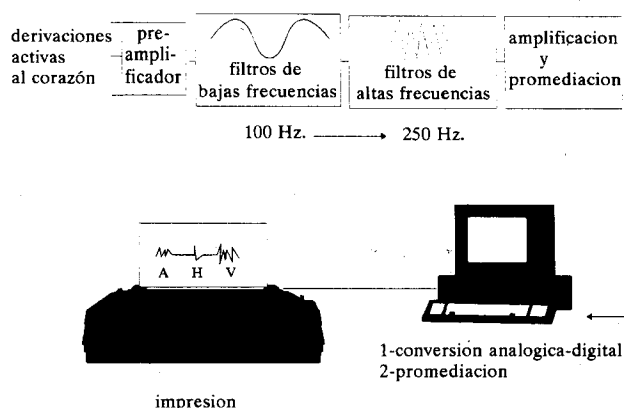


Fig. 2. Secuencia para la obtención y análisis de los registros.

(Z) a dos cables epicárdicos temporarios (el ventricular y el auricular). La adquisición de datos se realizó mediante una unidad preamplificadora y una computadora 80286 IBM/AT compatible, requiriendo por lo general la promediación de 800 a 1.000 latidos. Se utilizó un convertidor analógico-digital, un algoritmo computarizado para el proceso de *triggering* —es decir, la ubicación temporal de la señal del ciclo acumulable—, un sistema de almacenamiento y un registro gráfico para el ECG de alta resolución (fig. 2).

A continuación se optimizó la ganancia y se utilizaron tres protocolos de filtros entre 100 y 200 Hz. La actividad eléctrica del haz de His debió registrarse en por lo menos dos de tres derivaciones, finalizando el estudio cuando el nivel de ruido llegó a  $0,2 \mu V$  (figs. 3, 4 y 5).

En el grupo control, estudiado por el método invasivo, se introdujeron por vía femoral catéteres-electrodos multipolares en AD, a través de la válvula tricúspide para registro del haz de His y en el VD mediante control radioscópico. Luego se midieron los intervalos A-H y H-V usando filtros de altas y bajas frecuencias para lograr una deflexión adecuada del haz de His, de acuerdo con la metodología descripta.<sup>4</sup>

#### RESULTADOS

Se identificó una señal hisiana en todos los pacientes. La correlación con el grupo control invasivo fue muy buena ( $r = 0,96$ ) (figs. 6 y 7). Los valores del H-V oscilaron entre 28 y 155 mseg (fig. 8). Ocho pacientes presentaron trastornos de la conducción (13,7%):

- Disociación AV, 1 paciente (12,5%).
- *Split* del His, 1 paciente (12,5%).
- BAVC, 4 pacientes (50%).
- BCRI, 1 paciente (12,5%).

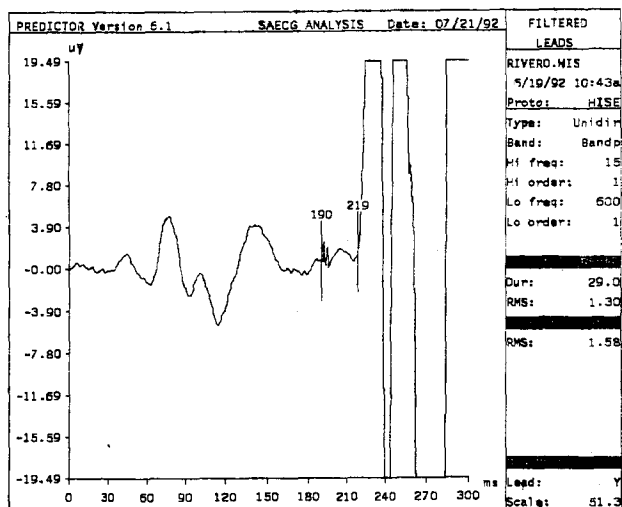


Fig. 3. Registro obtenido de un paciente con H-V normal.

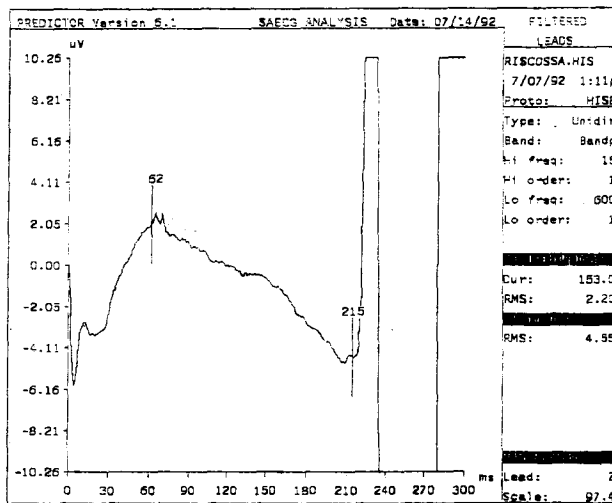


Fig. 4. Registro de una paciente con H-V prolongado.

- BCRD + HBAI + PR prolongado, 1 paciente (12,5%).

El resto no presentó trastornos de la conducción, observándose intervalos H-V normales y evolución favorable al año. El seguimiento de los casos patológicos al restablecerse la conducción fue el siguiente:

- Disociación AV, 1 paciente: tenía H-V normal y evolucionó de manera favorable.
- *Split* del His, 1 paciente: se implantó marcapasos definitivo.
- BAVC, 4 pacientes:

Caso 1: H-V normal en 2 controles, sin complicaciones actuales luego de 1 año.

Caso 2: H-V normal; al mes presentó en-

docarditis protésica precoz y nuevo BAVC, esta vez con H-V prolongado (98 msec); se le implantó marcapasos y a 1 año persiste con BAVC.

Caso 3: H-V de 91 msec; se colocó marcapasos y a un año sigue con BAVC.

Caso 4: H-V normal; a 1 año evolucionó de modo favorable.

- BCRI (1 paciente): luego del reemplazo aórtico, H-V de 155 msec; se colocó marcapasos definitivo y a 1 año presenta BAVC.

- BCRD + PR prolongado (1 paciente): H-V de 120 msec; se colocó marcapasos, persistiendo con bloqueo trifascicular al año.

A 4 pacientes sobre 8 que presentaron trastornos de la conducción se les implantó marca-

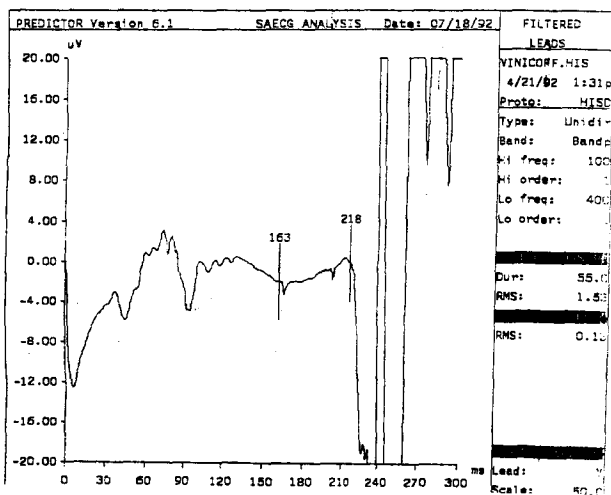


Fig. 5. Registro de un paciente con H-V normal y una segunda deflexión que corresponde a la rama derecha del haz de His.

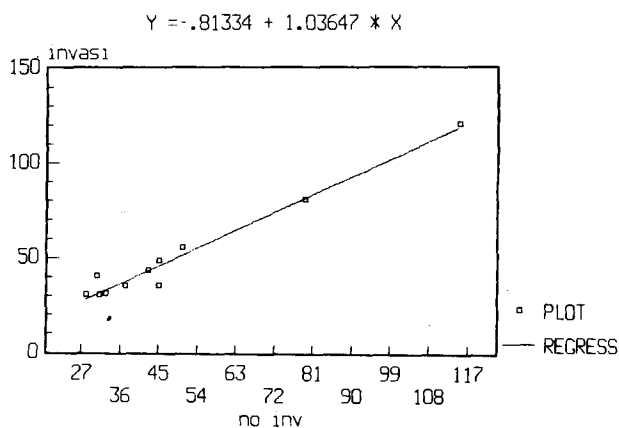


Fig. 6. Curva de correlación His invasivo versus no invasivo. Coeficiente de correlación: 0,96.

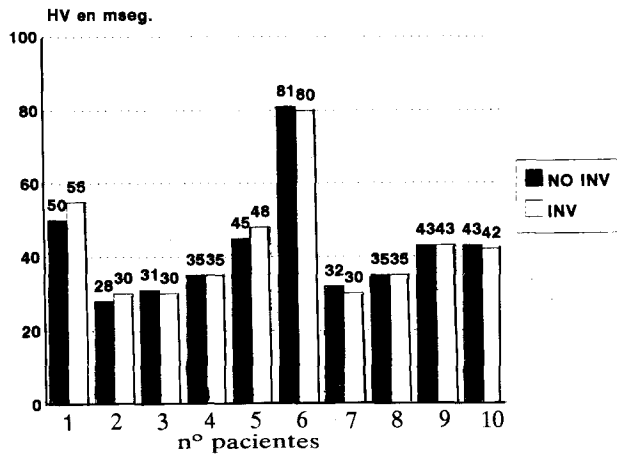


Fig. 7. Tiempo de conducción del sistema His-Purkinje en 10 pacientes (no invasivo versus invasivo).

pasos definitivo (50%). Un quinto sujeto no fue considerado, ya que prolongó el H-V 1 mes luego de la cirugía, en forma secundaria a una endocarditis protésica precoz.

**DISCUSION**

Los trastornos de la conducción AV son frecuentes luego de una cirugía cardíaca. La mayoría son transitorios, como se puede observar en una serie de 308 pacientes, en la cual sólo el 10% de 48 que presentaron trastornos serios de la conducción requirieron la colocación de marcapasos definitivo.<sup>2</sup>

Desde 1893, cuando His y Kent, en forma independiente, descubrieron la histología del haz de His (HH), varias técnicas se han desarrollado para registrar clínicamente su potencial eléctrico. En 1958, Alanis y colaboradores, usando microelectrodos fueron los primeros en descubrir el significado fisiológico del HH.<sup>5</sup> En 1968, Scherlag y colaboradores desarrollaron la conocida técnica para su registro en perros, usando un catéter-electrodo, y 1 año más tarde la describieron en el ser humano.<sup>4, 6</sup>

Este es un método de reconocida validez, no sólo para la localización del bloqueo, sino para su pronóstico a largo plazo. Diversos estudios demostraron que cuando el bloqueo está ubicado a nivel auriculonodal (AH) el pronóstico es benigno y empeora cuando se localiza a nivel His-Purkinje (H-V). La sensibilidad se incrementa luego de pruebas de sobrecarga (masaje carotídeo, atropina, sobreestimulación a diversos niveles) y otras pruebas farmacológicas.<sup>7</sup>

Poco tiempo después del trabajo de Scherlag, investigadores de tres laboratorios diferentes

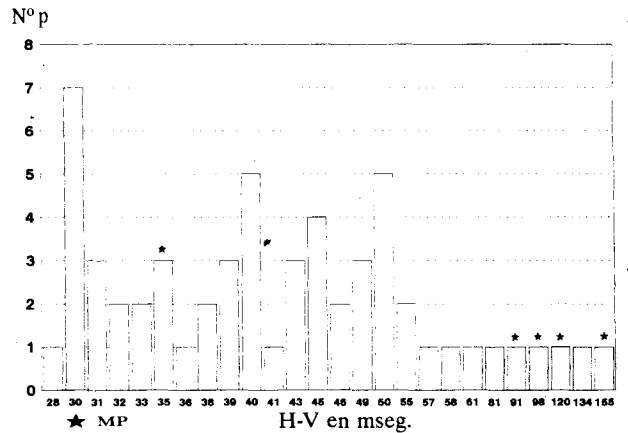


Fig. 8. Población total: número de pacientes de acuerdo con el intervalo H-V. Se señalan con un asterisco aquellos que recibieron marcapasos.

informaron sobre la factibilidad de efectuar el electrograma del haz de His desde la superficie corporal, mediante la promediación de señales o el registro continuo, con buena correlación con el método invasivo.<sup>8-17</sup>

La evaluación de la integridad del sistema de conducción AV mostró ser de valor en pacientes con PR normal.<sup>18</sup>

Siguiendo el trabajo experimental de Magilligan y dado que cierta cantidad de pacientes posoperados de cirugía cardíaca tienen implantados cables-electrodos temporarios para una eventual estimulación cardíaca, hemos desarrollado una técnica para la evaluación de la conducción AV mediante la promediación de señales.<sup>19</sup>

Se sabe que la naturaleza repetitiva de la morfología de las ondas cardíacas las vuelve fácilmente procesables mediante esta técnica. Se

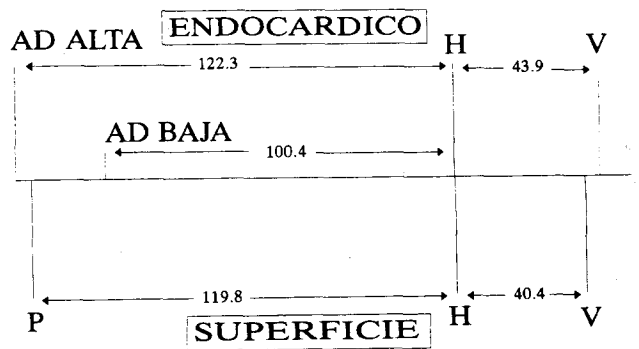


Fig. 9. Comparación temporal entre los registros extra e intracavitarios. (Para los detalles véase el texto.)

utilizó una computadora para almacenar la información de un intervalo prefijado del electrocardiograma (ECG). Tras promediar los ciclos sucesivos, los componentes aleatorios de la información disminuyen (ruido) y la señal deseada se intensifica por acumulación y amplificación. Esta información dividida por el número de ciclos ( $n$ ) proporcionará una señal promedio.

El proceso de promediación es un método efectivo para mejorar la relación señal/ruido. Al aumentar el número de ciclos, la señal se intensifica en función de  $n$ , mientras que el ruido sólo lo hace de acuerdo con la raíz cuadrada de  $n$ , mejorando de esta manera dicha relación. El ruido de fondo encontrado en los registros electrocardiográficos de gran amplificación reconoce fundamentalmente los siguientes orígenes:

1. Miopotenciales.
2. Ruido eléctrico de los aparatos de registro.
3. Ruido de 50/60 Hz de la corriente alterna y sus armónicos.
4. Ruido de la interfase electrodo-piel.
5. Ruido de la actividad auricular y su repolarización.

Los potenciales del HH se registran con más posibilidades con esta técnica que con el método latido a latido, como lo han confirmado El-Sheriff y colaboradores.<sup>20</sup> Esto se debe sobre todo al hecho de que el análisis con la promediación de señales puede sumar más ciclos cardíacos sucesivos para mejorar la proporción señal/ruido, mientras que la reducción del ruido por promediación espacial está limitada por la cantidad de electrodos bipolares que pueden colocarse sobre la superficie de la pared torácica.

Las pequeñas diferencias observadas entre el método invasivo y el no invasivo pueden explicarse de la siguiente manera. La aparición de actividad auricular en el ECG estándar con filtros de 0,05 Hz suele preceder a la aparición de la onda P en el registro promediado de la actividad eléctrica del HH, desde la superficie corporal. Esto se debe en parte a la disposición de los electrodos, que no es la mejor (desde el punto de vista vectorial), para reconocer la actividad auricular temprana.

Ciertas diferencias en la medida de los intervalos pueden adjudicarse a la ubicación relativa de los electrodos intra y extracavitarios, de acuerdo con el método utilizado. Sin embargo, éstas no fueron estadísticamente significativas cuando se compararon los intervalos H-V registrados por ambos métodos. El intervalo A-H en el EEF convencional, cuando el catéter-

electrodo se hallaba en la AD alta, fue ligeramente mayor que la distancia P-H del registro desde la superficie corporal.<sup>21</sup>

La técnica empleada en este estudio logra completar el EEF en pacientes en los que el método invasivo implica riesgo de hemorragia o infección, sobre todo en los portadores de prótesis valvulares. Dado que los trastornos de conducción en el posoperatorio por lo regular son transitorios, la reproducibilidad de esta técnica posibilita reevaluaciones periódicas sin los riesgos ya enumerados, aun luego del uso de fármacos antiarrítmicos, comunes en las unidades de recuperación cardiovascular.

En síntesis, mediante la técnica de promediación de señales a partir de cables epicárdicos temporarios poscirugía cardíaca fue posible identificar una señal compatible con la actividad eléctrica del haz de His en todos los pacientes.

En ocasiones, estos cables permitieron el marcapaseo auricular y la evaluación farmacológica de la conducción AV, con resguardo por marcapaseo ventricular. Se obtuvo excelente correlación con el método invasivo.

Por último, permitió la reevaluación periódica sin mayor riesgo y en forma simple. En el grupo de pacientes con trastornos de la conducción, identificó en forma correcta a todos aquellos a los que se les debía implantar un marcapasos definitivo.

## SUMMARY

### SIGNAL-AVERAGED RECORDING OF HIS BUNDLE ACTIVITY IN CARDIAC POSTOPERATIVE PATIENTS BY TEMPORARY STIMULATION OF EPICARDIAL WIRES

#### *Background and objectives*

The atrioventricular conduction disturbances occur frequently in valve replacement surgery. However, anticoagulant therapy makes invasive recording difficult. In this study the end-point was to record the His bundle activity from the temporary epicardial pacing wires left during cardiac surgery.

#### *Methods and results*

Fifty-eight patients were enrolled, ten of whom underwent the classic invasive procedure as well. A signal averaging computer was used, connecting the Z leads, from Frank's orthogonal system, to temporary epicardial wires. The study ended when noise level reached 0.2  $\mu$ V. Gain was optimized for data analysis, and filters between 100 and 250 Hz were used for noise reduction. It was required that His bundle activity be recorded in at least two of three leads. H-V intervals of 28 to 155 msec were recorded. When both methods

were used (invasive versus non-invasive), the correlation coefficient was 0.96.

#### Conclusions

1) His bundle activity was easily recorded from temporary epicardial pacing wires left during cardiac surgery. 2) Excellent correlation was observed between invasive and non-invasive methods. 3) This method allows a safe evaluation of conduction disturbances that frequently occur in valve replacement surgery. 4) Patients with long H-V intervals were easily detected and indications for pacemaker placement were clearly determined.

#### Agradecimiento

*Deseamos reconocer la eficiente colaboración de la técnica Sra. Nuria Olza.*

#### BIBLIOGRAFIA

- Wexelman W, Lichstein E, Cunningham J et al. Etiology and clinical significance of new fascicular conduction defects following coronary by-pass surgery. *Am Heart J* 1986; *111*: 923-926.
- Helguera M, Pelliciaro W, Calaján P et al. Trastornos de conducción en la cirugía valvular. *Rev Arg Cardiol* 1990 (Suppl) (Abstract). Trabajo Nº 3, p 5.
- Gundry S, Sequeira A, Coughlin T et al. Postoperative conduction disturbances. *Ann Thorac Surg* 1989; *47*: 384-387.
- Scherlag BJ, Lau S, Helfant R et al. Catheter technique for recording His bundle activity in man. *Circulation* 1969; *39*: 13-24.
- Alanis J, González H, López E: The electrical activity of the bundle of His. *J Physiol (London)* 1958; *142*: 127-135.
- Scherlag BJ, Helfant R, Damato A. A catheterization technique for His bundle stimulation and recording in the intact dog. *J Appl Phys* 1968; *25*: 425-432.
- Giniger A. Bloqueo bifascicular: Realidades y mitos del valor pronóstico del electrograma del haz de His. *Rev Arg Cardiol* 1986; *54*: 106-110.
- Berbari EJ. A non-invasive technique for recording the depolarization of the heart's electrical conduction system. Master Thesis, 1973.
- Berbari EJ, Lazzara R, Scherlag B. Surface recording technique for detecting electrical activity during the P-R segment (Abstract). *Am J Cardiol* 1973; *31*: 120.
- Flowers NC, Hand R, Orander P: Surface recording of electrical activity from the His bundle area (Abstract). Proceedings of the Cardiac Electrophysiologic Group, Atlantic City, NJ, 1973.
- Stopczyk MJ, Kopee J, Zochowsky J et al. Surface recording of electrical heart activity during the PR segment in man by a computerized averaging techniques. *IRCS* 1973; *11*: 73-87.
- Flowers NC, Horan LG. His bundle and bundle branch recording from the body surface (Abstract). *Circulation* 1973; *48*: IV-22.
- Lazzara R, Campbell R, Berbari EJ. Electrocardiogram of His-Purkinje system of man (Abstract). *Circulation* 1973; *48*: IV-22.
- Berbari EJ, Lazzara R, Samet P et al. Non-invasive technique for detection of electrical activity during PR segment. *Circulation* 1973; *48*: 1005-1010.
- Flowers NC, Hand RC, Orander PC et al. Surface recording of the electrical activity from the region of the bundle of His. *Am J Cardiol* 1974; *33*: 384-396.
- Stopczyk MJ, Nalczak F, Kepski R et al. The history of non invasive His bundle recording: from averaging to continuous record. In: Hombach V, Hilger, HH (eds): *Signal Averaging Technique in Clinical Cardiology*. Stuttgart, FK, Schattauer Publishers, 1981; pp 283-297.
- Ortega D, Retyk E, Laiño R, Giniger A. Electrograma no invasivo de la actividad del haz de His por el método de promediación de señales electrocardiográficas. *Rev Arg Cardiol (Suppl)* 1992; p 46.
- Narula OS. Advances in clinical electrophysiology: Contributions of His bundle recordings. In: Samet P (ed): *Cardiac Pacing*, New York, Grune and Stratton, 1973; p 331.
- Magilligan DJ, Allor D, Amlani M et al. His bundle recording using epicardial pacing wires: A new technique. *Pace* 1984; *372-377*.
- Narula OS, Cohen LS, Scherlag BJ: Localization of AV conduction defects, in man by recording of the His bundle electrogram. *Am J Cardiol* 1970; *25*: 228-237.
- Flowers NC, Simson MB, Wylds AC et al. Surface recognition of His-Purkinje activity on an every-beat basis. In: El-Sheriff N, Turitto G (eds): *High Resolution Electrocardiography*. Mount Kisco, NY, Future Publishing Co, 1992.