

## Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre requerimientos y equipamiento en electrofisiología

Josep Brugada (coordinador), Francisco Javier Alzueta, Antonio Asso, Jerónimo Farré, Juan José Olalla y Luis Tercedor

Sociedad Española de Cardiología.

La evolución, tanto cualitativa como cuantitativa, experimentada por la electrofisiología en los últimos años ha llevado a la necesidad de crear unidades específicas dedicadas al manejo de los pacientes con arritmias cardíacas. En estas guías se consideran las necesidades materiales y humanas mínimas con las que debe contar una unidad de arritmias.

**Palabras clave:** *Electrofisiología. Arritmias. Ablación con radiofrecuencia. Guías.*

(*Rev Esp Cardiol* 2001; 54: 887-891)

### **Guidelines of the Spanish Society of Cardiology on Requirements and Equipment in Electrophysiology**

Due to the enormous qualitative and quantitative evolution that clinical electrophysiology has experienced over the past years, specific Units dedicated to the management of patients with cardiac arrhythmias have been created. In these guidelines, the minimum technical and human needs of an Arrhythmia Unit are discussed.

**Key words:** *Electrophysiology. Arrhythmias. Radiofrequency ablation. Guidelines.*

(*Rev Esp Cardiol* 2001; 54: 887-891)

### INTRODUCCIÓN

Los avances experimentados en los últimos años en el diagnóstico y tratamiento de las arritmias cardíacas, y la proliferación y complejidad de las técnicas utilizadas, han llevado al desarrollo de unidades de arritmias específicas para su manejo.

La posibilidad de registrar los potenciales eléctricos intracardíacos y, al mismo tiempo, de estimular eléctricamente distintas cámaras cardíacas constituye la base de lo que conocemos como estudio electrofisiológico. En su inicio, dichos estudios se utilizaban básicamente con un fin diagnóstico y a través de los mismos se avanzó en el conocimiento del sistema de conducción cardíaco y de los mecanismos de las arritmias supraventriculares y ventriculares. Posteriormente, y gracias sobre todo a la aparición de la cirugía de las arritmias, los estudios se encaminaron hacia la localización precisa del origen de las distintas arritmias para poder actuar sobre ellas de forma quirúrgica. Asimismo, los estudios se utilizaron para definir estrategias de tratamiento farmacológico mediante los tests seriosos que intentaban demostrar la no inducibilidad de la arritmia clínicamente documentada al suministrar un

determinado fármaco. A principios de los años ochenta se demuestra que la aplicación selectiva de choques de corriente continua a través de un catéter puede eliminar determinadas arritmias; sin embargo, no es hasta finales de los años ochenta en que los estudios electrofisiológicos pasan a tener una clara vocación terapéutica con la aparición de la ablación mediante radiofrecuencia. El laboratorio de electrofisiología se convierte, así, en un centro de toma de decisiones terapéuticas. Además, la utilización cada vez más frecuente de dispositivos antibradicardia sofisticados y de los desfibriladores automáticos hace que los laboratorios de electrofisiología se hayan convertido en lugares habituales de implante de los mismos.

Simultáneamente, el incremento en el número de pacientes susceptibles de ser tratados en el laboratorio, la utilización de técnicas de diagnóstico no invasivas, como el Holter, el test de basculación o los mismos controles periódicos de los dispositivos implantables, hacen que no deba concebirse el laboratorio de electrofisiología como algo aislado, sino que forma parte de lo que denominamos una unidad de arritmias.

Dado que el manejo del paciente con arritmias cardíacas no puede desligarse del contexto general de su enfermedad cardíaca, dichas unidades sólo deben concebirse como parte de un servicio de cardiología. En ningún caso las unidades de arritmias deberían depender de otro servicio. Para una adecuada atención glo-

Correspondencia: Dr. J. Brugada.  
Servicio de Cardiología. Hospital Clínic.  
Villarreal, 170. 08036 Barcelona.

bal de los pacientes con arritmias cardíacas, los hospitales donde se realicen estos procedimientos deben tener laboratorio de hemodinámica y servicio de cirugía cardiovascular, tanto para ofrecer todas las alternativas terapéuticas a estos pacientes, como para poder atender las posibles complicaciones derivadas de los procedimientos invasivos.

Por todo ello, el equipamiento necesario en estas unidades y los requerimientos de los médicos responsables de las mismas merecen ser redefinidos para adecuarlas a su función actual. Hemos utilizado como base la guía realizada con anterioridad por la Sociedad Española de Cardiología<sup>1</sup>, adecuando aquellos aspectos que creemos han sufrido variaciones en los últimos años.

## REQUISITOS DE UNA UNIDAD DE ARRITMIAS

La unidad de arritmias es la responsable del diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los pacientes con trastornos del ritmo cardíaco. Idealmente, la unidad de arritmias debe ser responsable de:

- Consulta externa de arritmias.
- Estudios no invasivos: Holter, test de basculación.
- Cardioversiones eléctricas programadas.
- Estudios invasivos: estudios electrofisiológicos, ablaciones con radiofrecuencia.
- Indicación, implante y seguimiento de marcapasos y desfibriladores automáticos.

En aquellos centros en donde existen unidades de marcapasos independientes de la unidad de arritmias, debe tenderse a la unificación de ambas con el fin de optimizar los recursos materiales y humanos.

Para cumplir sus cometidos, la unidad debe disponer de los recursos materiales, de espacio y humanos adecuados.

### Aspectos estructurales

Una unidad de arritmias debe disponer de aquellas facilidades que le permitan cumplir sus objetivos y que incluyen:

1. Laboratorio de electrofisiología propio.
2. Lugar para realización de test de basculación y cardioversiones.
3. Consulta para visitas clínicas y controles de desfibriladores y marcapasos.
4. Servicio de Holter.

El laboratorio de electrofisiología debe ser en un área propia, con posibilidad para realizar estudios de forma continuada<sup>2,3</sup>. En el laboratorio se realizan los estudios electrofisiológicos, las ablaciones con radiofrecuencia y en algunos casos los implantes de marcapasos y desfibriladores.

El laboratorio debe estar ubicado en una zona con fácil acceso a dependencias que puedan ser necesarias

en un momento determinado, como el laboratorio de hemodinámica, la unidad coronaria o el quirófano de cirugía cardíaca.

El laboratorio debe constar de al menos 2 salas independientes: la sala de cateterización y la sala de control. La sala de cateterización debe ser lo suficientemente amplia para dar cabida a la mesa de cateterismo, equipo radiológico, amplificadores, monitores, generadores de radiofrecuencia, equipo completo de reanimación cardiopulmonar, bombas de infusión, etc. La mesa debe ocupar una posición que permita el acceso por ambos lados y deben existir tomas de vacío y oxígeno cercanas a la cabecera de la mesa.

La sala de control debe dar cabida a todos los equipos auxiliares como registradores, estimuladores, monitores e impresoras. Debe estar separada de la sala de cateterización por un tabique plomado y un ventanal igualmente plomado.

Todas las conexiones entre la sala de cateterización y la sala de control debe estar aisladas, a través de conductos separados y fuera de las zonas de paso. Las conexiones con cable de fibra óptica serían ideales para evitar interferencias. Todos los aparatos deben estar convenientemente aislados con tomas de tierra.

### Equipo radiológico

El equipamiento radiológico es una pieza fundamental en el laboratorio<sup>4-6</sup>. Los requerimientos técnicos están condicionados por una serie de hechos: *a)* los procedimientos pueden requerir tiempos de escopia extremadamente prolongados (hasta 60 min en algunos casos); *b)* la exposición a la radiación de los pacientes y el personal del laboratorio es alta, y su minimización requiere ciertas condiciones técnicas del equipo, extremar las medidas de protección y una estricta disciplina de trabajo; *c)* los procedimientos de «mapeo» y ablación requieren la obtención inmediata de múltiples proyecciones radiológicas, y *d)* es necesario disponer de un sistema de almacenamiento de imágenes radioscópicas, tanto temporal (que permita comparar las posiciones de los catéteres durante el procedimiento) como permanente (para su análisis posterior, comparación en caso de un segundo procedimiento y obtención de copias).

El equipo debería estar provisto de un arco en C móvil, con brazos lo suficientemente largos para, desde la cabecera del paciente, poder visualizar la zona de la ingle durante la introducción de los catéteres. La motorización de los movimientos del arco permite una mayor rapidez y control de las proyecciones, reduce las necesidades de personal y evita una exposición radiológica innecesaria del mismo.

El generador de rayos X debe disponer de un ánodo giratorio refrigerado que permita tiempos prolongados de escopia. Los intensificadores de imagen portátiles comunes no utilizan ánodo giratorio, por lo que los

tiempos de escopia están limitados por el calentamiento que implica quedarse sin imagen a mitad de un procedimiento y perder el control visual de los catéteres.

Debe disponerse de un intensificador de al menos 2 campos: un campo grande (23-25 cm) que permita la visión global del corazón y otro más pequeño (15-17 cm) para la colocación precisa de los catéteres. Debe tenerse en cuenta que la utilización de campos pequeños aumenta la dosis de radiación. El ajuste adecuado de los colimadores al campo que se está explorando reduce la radiación dispersa.

El elemento técnico más importante para la reducción de las dosis de radiación lo constituye la utilización de sistemas digitales de escopia pulsada. Con esta técnica, el tubo de rayos X sólo emite radiación en forma sincronizada con el barrido de la cámara de TV, lo que permite reducir drásticamente la cantidad de radiación emitida. Sistemas de escopia pulsada de 12,5 u 8,3 imágenes/s pueden proporcionar una buena calidad de imagen para los procedimientos electrofisiológicos y de ablación.

Otro elemento importante para reducir la dosis de radiación al médico cateterizador es la mampara de cristal plomado colgada a ambos lados del tubo.

Para el almacenamiento, tanto transitorio como permanente, de imágenes radiológicas pueden recomendarse dos sistemas: *a)* registrador analógico de vídeo, y *b)* sistemas de almacenamiento en disco de imágenes digitalizadas. Ambos sistemas permiten obtener copias en papel de las imágenes con el uso de videoimpresoras. La utilización de cine de 35 mm es más costosa y, sobre todo, conlleva una mucho mayor dosis de radiación.

## Otros equipos

Aparte del equipo radiológico, el laboratorio de electrofisiología debe incluir: *a)* amplificadores eléctricos, registrador de señales fisiológicas y monitores adecuados; *b)* un estimulador eléctrico cardíaco; *c)* generadores de radiofrecuencia; *d)* sistema de reanimación cardiopulmonar incluyendo desfibrilador externo sincronizado; *e)* una pila de marcapasos transitorio, y *f)* disponibilidad de un equipo de anestesia.

El registrador fisiológico tiene como misión la recogida y presentación de los datos electrofisiológicos, de manera que permita su análisis, tanto de forma inmediata como posteriormente. El registrador puede incluir la monitorización de los signos vitales del paciente durante los procedimientos. El registrador debe permitir la obtención simultánea de varias señales endocavitarias, convenientemente filtradas y amplificadas, junto con varias derivaciones electrocardiográficas de superficie. Es imprescindible que se puedan obtener registros en papel a distintas velocidades (25 a 200 mm/s). Idealmente el registrador debe permitir la obtención simultánea de las 12 derivaciones del elec-

trocardiograma de superficie y entre 4 y 12 señales endocavitarias. Asimismo, debe tener la posibilidad de registrar señales bipolares y monopares de calidad. El registrador debe estar aislado de forma que no reciba interferencias con la radiofrecuencia por el peligro de perder las señales en el momento de aplicar la energía.

Los nuevos equipos registradores se basan casi todos ellos en señales digitalizadas con soporte informatizado que permite la obtención de muchas señales simultáneas, así como su almacenamiento en discos ópticos y su impresión en láser.

El estimulador eléctrico cardíaco debe permitir la estimulación utilizando un amplio rango de frecuencias, con posibilidad de introducir múltiples extraestímulos con acoplamiento programable y sincronizados con la actividad propia o estimulada. La intensidad y duración de los estímulos deben ser programables.

Los generadores de radiofrecuencia deben ser los adecuados en función de los catéteres que se vayan a utilizar. El sistema de reanimación debe incluir todo el material de intubación, cardioversión, administración de fármacos, etc. El equipo, especialmente el desfibrilador externo, debe verificarse con regularidad para asegurar en todo momento su correcto funcionamiento.

## Personal

Las unidades de arritmias deben disponer del personal adecuado para realizar todas las tareas señaladas<sup>7,8</sup>. Este personal debe tener la formación adecuada y tener dedicación exclusiva a la unidad.

Los procedimientos de ablación y los estudios electrofisiológicos complejos requieren la presencia de al menos 2 médicos especializados. Uno de ellos ha completado un programa de formación en electrofisiología clínica y dirige el procedimiento, controlando los registros y la estimulación programada, y el otro se ocupa de la introducción y manejo de los catéteres. Ambos deben poseer formación en electrofisiología clínica, así como en el diagnóstico y tratamiento de las complicaciones cardiovasculares que puedan derivarse del procedimiento.

Idealmente, los 2 electrofisiólogos deben tener dedicación exclusiva en la unidad de arritmias, especialmente si la misma se encarga del implante y seguimiento de los marcapasos y desfibriladores automáticos.

El personal no médico debe incluir un mínimo de 2 enfermeras (o una enfermera y un técnico). En los procedimientos, una enfermera es responsable de la preparación, sedación, medicación y control de las constantes vitales del paciente. La otra se ocupará del material, control radiológico y manejo de los generadores de radiofrecuencia.

Si la unidad de arritmias implanta y controla los marcapasos y desfibriladores automáticos, es imprescindible la presencia de una enfermera o técnico especializado que ayude en esta función.

## REQUISITOS DE FORMACIÓN DEL CARDIÓLOGO ELECTROFISIÓLOGO

El gran desarrollo de la electrofisiología, especialmente en su vertiente terapéutica, ha planteado la necesidad de regular la formación y acreditación de los cardiólogos encargados de las unidades de arritmias<sup>9-13</sup>. En los EE.UU. se ha creado un programa específico de aprendizaje, así como una certificación en electrofisiología clínica por parte del American Board of Internal Medicine desde el año 1992. Distintos países europeos están regulando la práctica de la electrofisiología. En nuestro país no existe de momento ningún tipo de certificación que acredite los conocimientos de estos especialistas. Asimismo, ni siquiera existe una legislación que exija el título de cardiólogo para la práctica de la electrofisiología, y se da la circunstancia que en algunos centros los procedimientos son practicados por médicos no cardiólogos. La Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología ha solicitado ya el establecimiento de un diploma de acreditación que exigiría el cumplimiento de unos requisitos mínimos para practicar la electrofisiología. Asimismo, debería acreditarse a los centros con capacidad para ofrecer un programa de formación en electrofisiología.

### Objetivos del programa de especialización en electrofisiología

Los objetivos del programa de formación en electrofisiología son los de ofrecer al cardiólogo los conocimientos necesarios para desarrollar de forma eficaz y segura un programa de diagnóstico y tratamiento de las arritmias cardíacas. Para ello, el programa debe incluir formación específica en:

- Electrofisiología básica.
- Mecanismo de acción y manejo de fármacos antiarrítmicos.
- Indicaciones de las técnicas no invasivas e invasivas.
- Técnicas no invasivas (ECG, Holter, potenciales tardíos, pruebas de basculación, cardioversión eléctrica, etc.).
- Técnicas invasivas (estudios electrofisiológicos y procedimientos de ablación con radiofrecuencia).
- Manejo de las complicaciones derivadas de las técnicas invasivas.
- Implantación, programación y seguimiento de marcapasos y desfibriladores automáticos.

Los candidatos a un programa de especialización en electrofisiología deben estar en posesión del título de especialista en cardiología, único que acredita una formación suficiente como cardiólogo general indispensable para el correcto manejo global de estos pacientes.

### Requerimientos de los centros para ofrecer un programa de especialización en electrofisiología

Los centros deben estar acreditados por la comisión nacional para la formación de cardiólogos (programa MIR). Debe existir una unidad de arritmias con al menos un electrofisiólogo a dedicación completa y que actuará como responsable de formación. Dicho electrofisiólogo debe estar acreditado por la Sociedad Española de Cardiología. La unidad debe disponer de todas las pruebas no invasivas e invasivas (ECG, Holter, prueba de basculación, cardioversión, estudios electrofisiológicos, ablación con radiofrecuencia, implantación y seguimiento de marcapasos y desfibriladores automáticos, etc.). La unidad debe asegurar una actividad mínima de procedimientos para poder ofrecer la formación. Durante el período de formación el cardiólogo en formación en electrofisiología debe tener una actividad exclusiva en la unidad. Ésta debe acreditar unas líneas de investigación que permitan la formación también en este campo.

### Mínimo entrenamiento para optar a la acreditación

#### *Duración del programa*

El programa de formación debe incluir un año para la formación en electrofisiología y un año adicional para adquirir las habilidades para realizar procedimientos de ablación con radiofrecuencia.

#### *Conocimientos teóricos*

Los conocimientos teóricos deben adquirirse mediante la realización de cursillos y sesiones. Debe facilitarse, asimismo, la participación en congresos nacionales o internacionales de electrofisiología durante el período de formación. Al final de la formación, dichos conocimientos teóricos deberían validarse mediante la realización de una prueba de evaluación.

#### *Conocimientos prácticos*

Los conocimientos prácticos deben incluir el cuidado del paciente con arritmias en situaciones urgentes, consulta externa, síncope, programación y seguimiento de marcapasos y desfibriladores automáticos. El cardiólogo en formación debe realizar e interpretar procedimientos no invasivos como el ECG, Holter y pruebas de basculación.

#### *Estudios electrofisiológicos y procedimientos de ablación*

El cardiólogo en formación debe participar en el mayor número posible de procedimientos diagnósticos



y terapéuticos. Se ha considerado que un número mínimo exigible sería de 100 procedimientos diagnósticos y 50 procedimientos de ablación con radiofrecuencia como responsable o corresponsable. Durante el período de formación debería adquirir la habilidad y conocimientos necesarios en la canulación de venas y arterias, manejo de catéteres, estimulación eléctrica e interpretación de registros eléctricos. Debería igualmente aprender a identificar y manejar las posibles complicaciones y las limitaciones de la técnica. Los procedimientos en los que participara cada alumno deberían ser registrados para poder certificar su participación en cada uno de ellos. El número de alumnos a formar debería estar en relación con las posibilidades de cada centro para ofrecer este número mínimo de procedimientos por alumno.

### *Implante y seguimiento de desfibriladores*

El alumno debe participar en al menos 10 implantes de desfibriladores automáticos y en el seguimiento y programación de los mismos. El alumno debería conocer al final de su formación las distintas posibilidades de programación, seguimiento y complicaciones en distintos dispositivos.

### *Implante y programación de marcapasos*

El alumno debe adquirir los conocimientos sobre la indicación de los distintos tipos de marcapasos, idealmente debe participar en al menos 25 implantes de marcapasos y debe conocer las posibilidades de seguimiento de los mismos.

### *Mantenimiento de la capacidad*

Para mantener los conocimientos y habilidades adquiridas durante el período de formación es indispensable que el cardiólogo siga vinculado a la electrofisiología clínica. Para mantener estas habilidades se considera que el electrofisiólogo debe realizar un mínimo de 100 procedimientos al año, y debe asistir a un mínimo de 15 h de formación continuada en la especialidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Moro C, García Civera R, Mont Girbau JL, Pérez Villacastín J. Estudio electrofisiológico: requisitos de formación del cardiólogo-electrofisiólogo. Requisitos de un laboratorio. Indicaciones actuales. Guías de Actuación en Cardiología. Sociedad Española de Cardiología, 1995; 224-228.
2. Gettes LS, Zipes DP, Gillette PC, Josephson ME, Laks MM, Mirvis DM et al. Personnel and equipment for electrophysiologic testing. Committee Report. *Circulation* 1984; 14: 1219-1221.
3. Getes LS, Zipes DP, Gillette PC. Personnel and equipment required for electrophysiologic testing. Report of the Committee on Electrocardiography and Cardiac Electrophysiology Council on Clinical cardiology, The American Heart Association. *Circulation* 1984; 69: 1219A-1221A.
4. Calkins H, Niklason L, Sousa J, El-Atasi R, Lanberg J, Morady F. Radiation exposure during radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular connections. *Circulation* 1991; 84: 2376-2382.
5. Adams DE. Setting up the laboratory for ablation. En: Zipes DP, editor. *Catheter ablation of arrhythmias*. Nueva York: Armonk Futura Publishing Co., 1994; 81-104.
6. Farré J, García Civera R. Instrumentación radioscópica para los procedimientos de ablación con catéter. En: Farré J, García Civera R, editores. *Ablación con catéter mediante radiofrecuencia*. Seminarios sobre nuevas tecnologías en cardiología. Madrid: Aula Miguel Servet, 1994; 9-18.
7. Fisher JD, Cain ME, Ferdinand KC, Fisch Ch, Kennedy JW, Kutalek SP et al. Catheter ablation for cardiac arrhythmias: Clinical applications. Personnel and facilities. ACC Position Statement. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 828-833.
8. ACC/AHA Task Force Report. Guidelines for clinical intracardiac electrophysiological and catheter ablation procedures. *Circulation* 1995; 92: 673-691.
9. Ruskin JN, Flowers NC, Josephson ME, Rahimtoola SH. 17th Bethesda conference: adult cardiology training: Task Force VII. Arrhythmias and specialized electrophysiologic studies. *J Am Coll Cardiol* 1988; 7: 1215-1216.
10. Scheinman M, Akhtar M, Brugada P, Denes P, Garan H, Griffin JC et al. Teaching objectives for fellowship programs in clinical electrophysiology. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 255-261.
11. Clinical cardiac electrophysiology certification program: training and/or experience requirements. Filadelfia: American Board of Internal Medicine, 1991.
12. Flowers NC, Abildskov JA, Curtis AN, Armstrong WF, Elion JL, Gillette PC et al. Recommended guidelines for training in adult clinical cardiac electrophysiology. Electrophysiology Committee. American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 637-640.
13. Akhtar M, for the Task Force members. Clinical Competence in Invasive Cardiac Electrophysiologic Studies. A statement for Physicians from the ACP/ACC/AHA task Force on Clinical Privileges in Cardiology. *Circulation* 1994; 89: 1917-1920.