

# EL LABORATORIO DE ELECTROFISIOLOGÍA. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

## Autor

Martín Tomé F\*.

\*Enfermero de la Unidad de Electrofisiología de la Fundación Hospital Alcorcón. Madrid. España.

## Resumen

El Laboratorio de Electrofisiología es el área física donde se realizan los estudios electrofisiológicos, los procedimientos de ablación, los implantes de marcapasos, desfibriladores automáticos y holter subcutáneo, entre otros.

El incremento en el número de pacientes susceptibles de ser tratados en el laboratorio, la utilización de técnicas de diagnóstico no invasivas como la monitorización electrocardiográfica ambulatoria de 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 forme parte de lo que denominamos una Unidad de Arritmias.

Por otro lado, la progresiva complejidad de la actividad del laboratorio reclama la necesidad de un personal cada vez más especializado y cualificado con una dedicación laboral plena.

**Palabras clave:** Electrofisiología, EEF, estudio electrofisiológico cardíaco, gestión de recursos, técnicas de electrofisiología cardíaca.

## THE ELECTROPHYSIOLOGY LABORATORY. HUMAN AND TECHNIQUES RESOURCES MANAGEMENT

### Abstract

The Electrophysiology Laboratory is the physical area where the electrophysiological studies and ablation procedures are performed along with the implantation of pacemakers, automatic defibrillators and subcutaneous Holters.

The increasing in number of patients amenable to be treated in the laboratory, the use of noninvasive diagnostic techniques as the ambulatory electrocardiography Holter monitoring, tilt table testing, or the periodic check ups of the implantable devices emphasizes that the electrophysiology laboratory must not be conceived as something isolated, but rather form part of an Arrhythmia Unit.

On the other hand, the progressive complexity of the activity in the laboratory needs an increasingly specialized and qualified personnel with a full time dedication.

**Key words:** Electrophysiology, EPS, cardiac electrophysiologic study, resources management, cardiac electrophysiologic techniques.

Enferm Cardiol. 2007; Año XIV(40):29-33

### Dirección para correspondencia

Fernando Martín Tomé. Enfermero.  
Servicio de Cardiología. Fundación Hospital Alcorcón.  
C/ Budapest nº 1. 28922 Alcorcón. Madrid.  
Teléfono: 916 219 400  
Correo electrónico: vocal.electrofisiología@gmail.com

## 1. Introducción

Denominamos Laboratorio de Electrofisiología (LEF) al área física donde se realizan los Estudios Electrofisiológicos (EEF), los procedimientos de ablación, los implantes de Marcapasos, Desfibriladores Automáticos y Holter Subcutáneo, entre otros.

La Electrofisiología clínica se ha realizado, a lo

largo de los años en diferentes dependencias del hospital: quirófano, Unidad de Cuidados Críticos, Salas de Radiología, Salas de Hemodinámica, etc. Los avances experimentados en los últimos años en el diagnóstico y el tratamiento de las arritmias cardíacas y la proliferación y complejidad de las técnicas utilizadas, han permitido que se vaya disponiendo en los hospitales de una zona específica donde realizarla. Hoy en día, la actividad diagnóstica y terapéutica que se realiza en el laboratorio de electrofisiología obliga a la existencia de una zona exclusivamente dedicada a este fin, siendo desaconsejable el uso compartido con otras actividades. 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 desfibriladores automáticos implantables 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 la monitorización electrocardiográfica ambulatoria de 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.

## 2. Aspectos Estructurales

El Laboratorio de Electrofisiología debe ser una estructura diferenciada dentro del área dedicada a las exploraciones cruentas cardiovasculares, generalmente próxima al Laboratorio de Hemodinámica, y en una zona del hospital con fácil comunicación con la Sala de Hospitalización Cardiológica, la Unidad de Cuidados Críticos Cardiológicos y los quirófanos de Cirugía Cardiovascular, tanto para ofrecer las alternativas terapéuticas a estos pacientes, como para poder atender las posibles complicaciones derivadas de los procedimientos invasivos.

El Laboratorio de Electrofisiología debe considerarse una zona limpia, donde deben mantenerse las mismas normas de asepsia que en un quirófano convencional.

Existen muchas posibilidades de estructuración y diseño del Laboratorio, pero, en general deben considerarse tres áreas diferenciadas: la zona del paciente, la zona de los registros y las salas auxiliares.

### 2.1 El Área del Paciente

#### 2.1.1 Equipamiento

El área del paciente debe ser lo suficientemente amplia para dar cabida a la mesa de exploraciones, el equipo radiológico, los monitores de poligrafía y radioscopia, y los elementos auxiliares; además, debe permitir la libre circulación del personal del laboratorio alrededor de la mesa de exploraciones.

Muchos equipos radiológicos utilizados para electrofisiología provienen de diseños concebidos para la realización de estudios hemodinámicos, incluyendo el sistema radiológico propiamente dicho y la mesa de exploraciones. Otros Laboratorios, en cambio, están dotados con una mesa de exploraciones independiente del equipo de rayos X. En estos casos, la mesa debe ser, obviamente, radiotransparente, no sólo a nivel del tórax del paciente, sino que debe permitir la visualización mediante radioscopia, al menos, de las zonas inguinales para permitir el control del acceso

vascular por vía femoral. La movilidad del plano de exploración en sentido longitudinal y transversal es imprescindible para el correcto seguimiento de los catéteres; independientemente, la mesa debe poseer un sistema rápido de desbloqueo que garantice, en caso de urgencia, el libre acceso a la cabecera del paciente. Por último, la sujeción de la mesa debe ser lo suficientemente rígida como para soportar los esfuerzos de una reanimación cardiopulmonar.

La zona del paciente debe albergar también los monitores – repetidores del sistema de poligrafía y los monitores del sistema radiológico. Los soportes móviles, articulados, con fijación al techo parecen la mejor solución para disponer estos componentes.

En el Laboratorio debe preverse la colocación de diversas mesas auxiliares móviles para alojar el desfibrilador, generadores de radiofrecuencia, instrumental, carro de paradas, etc., así como rieles para sistemas de perfusión mediante goteo, bombas de infusión y tomas de oxígeno y vacío con los correspondientes manómetros y caudalímetros. Debe también existir un banco de trabajo de enfermería con el material y la medicación de uso habitual.

La mayoría de los procedimientos que se realizan en el Laboratorio de Electrofisiología conllevan un elevado uso de rayos X, por lo que es imprescindible un correcto aislamiento de protección que incluya e plomado de paredes, techo y suelo del área del paciente.

#### 2.1.2 Iluminación

La iluminación del Laboratorio impone muchas exigencias, dado que distintas fases de cada procedimiento requieren un tipo concreto de iluminación. La preparación del paciente, su desalojo del Laboratorio así como la limpieza y el mantenimiento del mismo requieren iluminaciones generosas, habitualmente con luz cenital (al techo); las punciones y, especialmente, los procedimientos de implantación de dispositivos requieren, como cualquier procedimiento quirúrgico, luz focal fría y sin sombras sobre el campo; por último, la manipulación de catéteres, los sistemas de navegación, la obtención de registros, etc., se realizan con mayor precisión y comodidad en un ambiente oscuro, prácticamente en penumbra, sin luces que reflejen sobre los monitores.

La iluminación adecuada se consigue mediante la colocación, por un lado, de múltiples puntos de luz con lámparas convencionales de incandescencia en el techo del Laboratorio, cuya intensidad sea regulable mediante un potenciómetro y, por otro, de una lámpara quirúrgica móvil ubicada también en el techo.

### 2.2 Sala de Registros

La zona de los registros o también llamada sala de control, debe estar separada del área del paciente, habitualmente con un amplio cristal plomado que permita la comunicación visual entre ambas partes. Con ello se consiguen varios propósitos: un mayor

aislamiento del área del paciente, que favorece la correcta asepsia; intimidad y un ambiente más tranquilo para el paciente; una menor exposición radiológica de los miembros del equipo que no se encuentran en contacto directo con el paciente. Idealmente debería existir un sistema de intercomunicación entre el personal que se encuentra en una y otra zona. En esta zona de registros pueden ubicarse el polígrafo y otros dispositivos de registro, un monitor – repetidor de radioscopia, y los sistemas de captura de imagen y el estimulador.

Todas las conexiones entre la sala del paciente y la sala de control deben estar aisladas, a través de conductos separados y fuera de las zonas de paso. Las conexiones con cable de fibra óptica son las ideales para evitar interferencias. Los cables y la fibra óptica discurren por tubos coarrugados independientes, pasados por canaletas subterráneas con protección metálica por debajo del suelo.

### 2.3 Salas Auxiliares

El Laboratorio de Electrofisiología debe disponer de una serie de salas auxiliares. Muchos equipos radiológicos exigen un montaje de parte del equipo en una habitación independiente, acondicionada especialmente para este fin.

La zona de lavado quirúrgico debe estar separada del laboratorio formando un pre quirófano similar al existente en los quirófanos de cirugía convencional, con entrada independiente desde la zona del paciente y desde la zona de registros.

Debe existir también una zona de almacenamiento de material independiente y de fácil acceso desde la zona del paciente. Por último, es deseable la existencia de una sala contigua al laboratorio, donde los miembros del equipo puedan realizar tareas de revisión de casos, elaborar informes, etc.

## 3. El Equipo Radiológico

El equipo radiológico es una pieza fundamental en el laboratorio. Durante muchos años, los estudios electrofisiológicos se realizaron en muchos centros con la ayuda de pequeños equipos radiológicos, casi siempre portátiles y de escasas prestaciones.

El Laboratorio de Electrofisiología actual realiza tareas diagnósticas y sobre todo, terapéuticas, que requieren una precisa colocación y manipulación de los catéteres, lo que es imposible de realizar con garantías sin un adecuado equipo radiológico. Los requerimientos técnicos están condicionados por una serie de hechos:

- Los procedimientos pueden requerir tiempos de escopia extremadamente prolongados.
- 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.

- Los procedimientos de “mapeo” y ablación requieren la obtención inmediata de múltiples proyecciones radiológicas.
- Es necesario disponer de un sistema de almacenamiento de imágenes radioscópicas.

El equipo debe 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. Además el arco debe permitir un giro de 180°.

El generador de rayos X debe disponer de un ánodo giratorio refrigerado que permita tiempos prolongados de escopia.

Debe disponer de un intensificador de imagen de al menos dos campos: uno 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.

El elemento técnico más importante para la reducción de la dosis de radiación lo constituye la utilización de sistemas digitales de escopia pulsada.

Por último, el equipo debe poseer un sistema de almacenamiento de imágenes, preferentemente en formato digital, que permita la posterior manipulación, exportación e impresión de las imágenes de interés de cada caso.

Es fundamental el uso de doble monitor. Un monitor nos va a mostrar las imágenes en tiempo real mientras que el otro mostrará imágenes grabadas.

### 3.1 Protección Radiológica

Los Estudios Electrofisiológicos (EEF) y, sobre todo, los procedimientos de ablación requieren el uso de la radioscopia, a veces con tiempos elevados de exposición. Esto supone un riesgo tanto para el paciente como para el personal del laboratorio. Por ello, el laboratorio debe estar dotado de un completo equipo de protección radiológica. Las instalaciones deben plomarse para evitar la fuga de radiación, y el personal debe ser provisto de delantales plomados y de protectores tiroideos. El personal más expuesto puede necesitar protección ocular y guantes quirúrgicos plomados.

El servicio de protección radiológica debe realizar un estudio dosimétrico del espacio que rodea al paciente, de forma que se conozca en qué lugares la radiación es mayor, para disponerlos elementos auxiliares en función de las curvas dosimétricas y para evitar que el personal se exponga innecesariamente. Independientemente debe realizarse un programa de dosimetría personal controlada.

### 4. El Polígrafo

El polígrafo, también llamado registrador fisiológico, tiene como misión, la recogida y presentación de los datos electrofisiológicos, de manera que permita su análisis, tanto de forma inmediata como posteriormen-

te. El registrador puede incluir la monitorización de los signos vitales del paciente durante los procedimientos. El polígrafo 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 polígrafo debe permitir la obtención simultánea de las 12 derivaciones del electrocardiograma de superficie y entre 4 y 12 señales endocavitarias. Asimismo, debe tener la posibilidad de registrar señales bipolares y monopares de calidad.

El polígrafo debe estar aislado de forma que no reciba interferencias con la radiofrecuencia. Los nuevos polígrafos 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.

Los elementos básicos del polígrafo son: a) los electrodos: piezas de un metal conductor que se sitúan en contacto directo con la zona que quiere registrarse; b) cables conductores que permitan la conexión de los electrodos a c) amplificador y sistema de filtrado, cuya finalidad es la amplificación y acondicionamiento de la señal eléctrica, para que ésta pueda ser visualizada y estudiada; y d) sistema de visualización y registro de las señales obtenidas.

## 5. El Estimulador

Los estimuladores eléctricos deben permitir la estimulación utilizando un amplio rango de frecuencias, con posibilidad de introducir múltiples extraestímulos con acoplamiento programable y sincronizado con la actividad propia o estimulada. La intensidad y duración de los estímulos deben ser programables.

Los estimuladores actuales han añadido, fundamentalmente, comodidad para el personal de enfermería y versatilidad en su utilización.

Por otra parte, es aconsejable disponer de un estimulador de respaldo, que pueda ser portátil y alimentado por batería.

Las principales condiciones que debe cumplir un estimulador cardíaco se detallan a continuación:

- Una fuente constante de corriente que puede ser suministrada por la red (corriente alterna) o, mucho mejor, por cuestiones de seguridad, por baterías (corriente continua).
- Ausencia de fugas de corriente.
- Capacidad para estimular en un amplio intervalo de frecuencias con "trenes" de duración (en tiempo o en número de estímulos en el tren) programables.
- Capacidad de introducir múltiples extraestímulos (mínimo 3) acoplados al "tren" basal de estimulación.
- Capacidad para estimular en, al menos, dos puntos simultáneos.

- Posibilidad de sincronizar el estimulador con derivaciones del ECG o los electrogramas apropiados durante ritmos intrínsecos o estimulados.
- La energía de los estímulos aplicados, debería ser programable variando su duración o amplitud (corriente o voltaje).

## 6. Los Generadores de Radiofrecuencia

Los generadores de radiofrecuencia (GRF) deben ser los adecuados en función de los catéteres que se vayan a utilizar.

Al principio se comenzó la ablación cardíaca con radiofrecuencia utilizando unidades electroquirúrgicas convencionales; más tarde han ido apareciendo aparatos diseñados específicamente para la ablación con catéter.

Todos los aparatos actuales generan una corriente no modulada con una frecuencia fija (entre 300 y 1000 KHz.), y permiten regular la potencia de salida generalmente hasta 100 W.

La mayoría de los generadores ajustan internamente la intensidad y el voltaje para mantener la potencia de salida prefijada.

La impedancia global se determina continuamente, y los aparatos están provistos de un dispositivo que desconecta automáticamente la emisión de corriente si se produce una elevación importante de la impedancia.

La segunda generación de generadores de radiofrecuencia ha incorporado sistemas de control de temperatura.

## 7. Material de Reanimación

El laboratorio debe estar lo suficientemente dotado como para poder asistir complicaciones cardíacas agudas.

El "arsenal" terapéutico indispensable consiste fundamentalmente en:

- Cardioversor/Desfibrilador, con señal para sincronización: resulta útil, especialmente cuando se realizan procedimientos diagnósticos o terapéuticos sobre arritmias ventriculares, la utilización de parches autoadhesivos desechables en lugar de las palas convencionales del desfibrilador, pues permiten la administración de choques DC con rapidez y sin necesidad de levantar el campo estéril que cubre al paciente.
- Un equipo completo para realizar una reanimación cardiopulmonar avanzada: Balón valvulado tipo "Ambu<sup>®</sup>", laringoscopio, tubos endotraqueales, etc.
- Equipo para la realización de pericardiocentesis de urgencia.
- Fármacos más frecuentemente utilizados, que deben estar siempre a mano:
  - ✓ Antiarrítmicos: Adenosina, Amiodarona, ATP, Flecaínida, Lidocaina, Procainamida, Propafenona, Sulfato

de Magnesio, Verapamilo,...

- ✓ Analgésicos y sedantes: Metamizol, Cloruro Mórfoico, Diazepam, Midazolam, Etomidato, Propofol, etc.
- ✓ Otros: Isoproterenol, Propranolol, Nitroglicerina, Dopamina, Dobutamina, Adrenalina, Atropina, Heparina Sódica,...

## 8. El Personal del Laboratorio

El Laboratorio de electrofisiología debe disponer del personal adecuado para realizar todos los procedimientos. Este personal debe tener la formación adecuada y tener dedicación exclusiva a la unidad.

### 8.1 El Personal Médico

Los procedimientos de ablación y los estudios electrofisiológicos complejos requieren la presencia de al menos dos médicos especializados. Uno de ellos debe haber completado un programa de formación en electrofisiología clínica y dirige el procedimiento desde la zona de registros, controlando la poligrafía y la estimulación programada, mientras que el otro, en el área del paciente, dirige o realiza la inserción y manipulación de catéteres.

El personal médico del laboratorio debe estar familiarizado, no solo con las técnicas propias de la electrofisiología y ablación, sino también con el tratamiento de la patología cardíaca aguda, especialmente la derivada de las posibles complicaciones de la técnica, y con las maniobras de reanimación cardiopulmonar.

### 8.2 El Personal de Enfermería

La progresiva complejidad de la actividad del laboratorio reclama la necesidad de un personal cada vez más especializado y cualificado, lo que puede ser un inconveniente en nuestro país, en el que todavía no se han puesto en marcha las especialidades de enfermería.

El personal de enfermería y el personal auxiliar deben ser específicos del laboratorio y con dedicación laboral plena.

El personal de enfermería debe incluir un mínimo de dos diplomados en enfermería especializados que hayan superado el curso de Radiodiagnóstico General de Capacitación para Operar Instalaciones de Rayos X con Fines de Diagnóstico Médico, homologado por Acuerdo del Consejo de Seguridad Nuclear de fecha 21 de diciembre de 1995, por lo que, en virtud de lo dispuesto en el Apartado Séptimo de la Resolución del Consejo de Seguridad Nuclear de 5 de noviembre de 1992 (BOE de 14 de noviembre de 1992), en relación con los artículos 13 y 14.2 del Real Decreto 1.891/1991 de 30 de diciembre, sobre instalación y utilización de Aparatos de Rayos X con Fines de

diagnóstico Médico (BOE de 3 de enero de 1992). Con esta titulación el diplomado en enfermería queda acreditado para operar, bajo la supervisión de un Titulado Director, instalaciones de rayos X con fines de diagnóstico médico. Si el diplomado en enfermería no contase con tal titulación, obligaría a la presencia de un ayudante técnico en radiología, que se encargaría de todo lo concerniente a la radioscopia y a la obtención de imágenes.

Una o dos auxiliares de enfermería, con conocimiento del funcionamiento del laboratorio y del material empleado en él, así como de su mantenimiento, completarían el personal del laboratorio.

El personal de enfermería especialista debe preparar al paciente para la exploración, siendo conveniente aprovechar esos momentos para explicar o aclarar las dudas de última hora que siempre plantean. Este personal debe ser capaz de manejar el polígrafo y conocer los fundamentos y el manejo de la estimulación cardíaca programada, tanto en protocolos estandarizados como en situaciones de urgencia, donde una arritmia debe ser suprimida con rapidez. Asimismo debe conocer los fundamentos, el manejo y la utilización del desfibrilador y del material de reanimación, así como la priorización de actuaciones ante urgencias o complicaciones. Del mismo modo, es imprescindible que conozca los distintos tipos de catéteres e introductores y su uso, las conexiones necesarias para obtener los distintos registros y el manejo de los generadores de radiofrecuencia.

A este grado de formación, hoy por hoy y en nuestro medio, no puede llegarse salvo con una dedicación plena en el propio Laboratorio de electrofisiología de al menos un año de duración.

## Referencias

- Brugada J, Alzueta FJ, Asso A, Farré J, Olalla JJ, Tercedor L. Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre requerimientos y equipamiento en Electrofisiología. *Rev Esp Cardiol.* 2001; 54: 887-891.
- García Civera R, Ruiz R, Morell S, Sanjuán R, Martínez J, Botella S, López V. El Laboratorio de Electrofisiología. *Electrofisiología Cardíaca Clínica y Ablación.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1999; 3: 25-30.
- García Civera R, Ruiz R, Morell S, Sanjuán R, Martínez J, Botella S, López V. Los Registros Intracavitarios. *Electrofisiología Cardíaca Clínica y Ablación.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1999; 6: 47-51.
- García Civera R, Ruiz R, Morell S, Sanjuán R, Martínez J, Botella S, López V. Estimulación Eléctrica Programada del Corazón. *Electrofisiología Cardíaca Clínica y Ablación.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1999; 7: 53-60.
- García Civera R, Ruiz R, Morell S, Sanjuán R, Martínez J, Botella S, López V. Bases Biofísicas y Formas de Aplicación de las Corrientes de Radiofrecuencia. *Electrofisiología Cardíaca Clínica y Ablación.* Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1999; 9: 73-85.
- Martín Tomé F, García Hernández M, Noheda Recuento M, Morgado Simón N, Santamaría Fernández B. Protocolo de actuación de enfermería en la ablación mediante radiofrecuencia del síndrome de Wolff-Parkinson-White. *Enferm Cardiol.* 2002; 25:24-29.
- Martín Tomé F, González Rodríguez C, Amador Rubio Caballero JA, Elena Esteban PE. Acceso percutáneo de la vena antecubital frente a la vena yugular interna para la canalización del seno coronario en los estudios electrofisiológicos. *Enferm Cardiol.* 2005; Año XII (36): 16-21.
- Rodríguez Cervilla JA, Figueras López M. Diagnósticos de enfermería en un laboratorio de electrofisiología clínica cardíaca. *Enferm Cardiol.* 2003; 30:32-38.