Electrocardiografía clínica

Electrocardiografía clínica

LUIS RODRÍGUEZ PADIAL

Servicio de Cardiología
Complejo Hospitalario Universitario de Toledo

LIBROS PRINCEPS • BIBLIOTECA AULA MEDICA •

Título: Electrocardiografía clínica

1.ª Edición, 2018

© Luis Rodríguez Padial, 2018

© Grupo Aula Médica, S. L., 2018

Ilustración de portada: Miguel Ángel Flores

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción, almacenamiento, transmisión, difusión, etc., total o parcial, del contenido de esta obra en cualquier formato y soporte sin consentimiento previo de los titulares del *copyright*.

El autor y Grupo Aula Médica, S.L., no se hacen responsables de los errores u omisiones ni de ninguna consecuencia debida a la aplicación de la información incluida en este texto y no garantizan, ni explícita ni implícitamente, los contenidos de esta publicación. El autor y la casa editorial no asumen ninguna responsabilidad por lesiones o daños a personas o propiedades relacionadas con esta publicación.

Grupo Aula Médica se excluye de toda responsabilidad por daños directos o indirectos resultantes del uso de la información contenida en este libro.

Se estimula encarecidamente a los lectores que presten especial atención a la información proporcionada por los fabricantes de cualquier fármaco o equipo que piensen utilizar.

Editado por:

aulamédica®
formación en salud

Grupo Aula Médica, S.L.
C/ Río Jarama, 132 - Nave 3.06
Polígono Industrial Santa María de Benquerencia
45007 Toledo

ISBN: 978-84-7885-625-1

Depósito legal: M-2848-2018

Impreso en España

A mis padres, por su ejemplo y abnegación.

A Antonia, Irene y Luis, por su paciencia, comprensión y amor.

«…no es una botella que hay que llenar,
sino un fuego que es preciso encender».

Montaigne

«Busquemos con afán de encontrar y
encontremos con el deseo de buscar aún más».

San Agustín

Índice

PRÓLOGO xvii
INTRODUCCIÓN xix

Sección I. BASES TEÓRICAS

1. El electrocardiograma. Sistema de registro 3
LA SEÑAL DEL ECG 5
DERIVACIONES 7
Derivaciones estándar 10
– *Derivaciones del plano frontal o de los miembros* 10
– *Inversión de los electrodos de las derivaciones del plano frontal* 19
– *Derivaciones precordiales o del plano horizontal* 20
Aplicación de derivaciones alternativas 25
– *Derivaciones del torso* 25
– *Derivaciones de monitorización* 26
– *Sistemas con reducción del número de derivaciones* 26
– *Sistemas con aumento del número de derivaciones* 27
SISTEMA DE REGISTRO 28
Representación gráfica del electrocardiograma 30
ARTEFACTOS 31
REALIZACIÓN DE UN ELECTROCARDIOGRAMA 33
BREVES NOTAS HISTÓRICAS 38

2. Conceptos básicos de electrofisiología cardiaca 41
EL CORAZÓN 41
LA CÉLULA MIOCÁRDICA 42
Supresión por sobreestimulación 49
FORMACIÓN DE LAS ONDAS DEL ECG 51
FLUJO DE CORRIENTE ALREDEDOR DEL CORAZÓN DURANTE EL CICLO CARDIACO 54
Registro de potenciales eléctricos en una masa sincitial de tejido cardiaco parcialmente despolarizada 54

Flujo de corriente en el tórax alrededor del corazón 55
LA ACTIVACIÓN NORMAL DEL CORAZÓN 57
ACTIVACIÓN VENTRICULAR 60
Análisis vectorial detallado e imagen en derivaciones 63
Repolarización ventricular 65
TIEMPO DE ACTIVACIÓN VENTRICULAR 67
DIAGRAMA DE LEWIS 69
VECTOCARDIOGRAMA 70

3. Ondas, intervalos y eje. El electrocardiograma normal 73
ONDAS DEL ECG 74
INTERVALOS DEL ECG 78
CÁLCULO DEL EJE ELÉCTRICO DEL CORAZÓN 81
ROTACIONES DEL CORAZÓN 87
RITMO SINUSAL NORMAL 92
CÁLCULO DE LA FRECUENCIA CARDIACA 92
LA REGLA DE LECTURA DEL ELECTROCARDIOGRAMA 96
MEDIDA DE ONDAS E INTERVALOS EN EL ECG 98
EL ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL 98
EL ELECTROCARDIOGRAMA EN LA INFANCIA 100
EL ELECTROCARDIOGRAMA EN EL ANCIANO 103

Sección II. DIAGNÓSTICOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

4. Crecimiento de cavidades 107
CRECIMIENTO DE AURÍCULAS 107
Crecimiento de aurícula derecha 108
Crecimiento de aurícula izquierda 114
Crecimiento biauricular 119
CRECIMIENTO DE VENTRÍCULOS 120
Crecimiento de ventrículo derecho 120
Crecimiento de ventrículo izquierdo 124
Crecimiento biventricular 136

5. Trastornos de conducción intraventricular: bloqueos de rama y hemibloqueos 139

BLOQUEO DE RAMA DERECHA DEL HAZ DE HIS 141
BLOQUEO DE RAMA IZQUIERDA DEL HAZ DE HIS 148
HEMIBLOQUEO ANTERIOR IZQUIERDO 153
HEMIBLOQUEO POSTERIOR IZQUIERDO 157
BLOQUEOS BIFASCICULARES Y TRIFASCULARES 160
BLOQUEO OCULTO 161

6. Necrosis, lesión e isquemia 163

RECUERDO DE LA ANATOMÍA CORONARIA 164
NECROSIS 166
LESIÓN 181
ISQUEMIA 188
EL ECG EN EL PACIENTE CON INFARTO DE MIOCARDIO 194
Síndrome coronario agudo. Utilidad del ECG al inicio 194
Cambios especulares 195
Localización de la arteria responsable del infarto 197
Cambios evolutivos del ECG 199
CORRELACIONES ANATÓMICO-CLÍNICAS EN LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA 205
ISQUEMIA MIOCÁRDICA NO DEBIDA A ATEROTROMBOSIS 207
Espasmo coronario 207
Síndrome de Takotsubo 208
Síndrome X 208
OTRAS ALTERACIONES DE LA REPOLARIZACIÓN 209
Repolarización precoz 209
Alteraciones inespecíficas de la repolarización 213
Patrón de repolarización infantil 215
Fenómeno de memoria eléctrica 215
Síndrome de Brugada 216
Síndrome del QT largo 221
Síndrome del QT corto 225
Displasia arritmogénica del ventrículo derecho 225

7. Preexcitación ventricular 227

CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS ACCESORIAS 227
SÍNDROME DE WOLFF-PARKINSON-WHITE (WPW) 230
Localización de la vía accesoria mediante el ECG de superficie 237
Arritmias en el síndrome de Wolff-Parkinson-White 243
SÍNDROME DE LOWN-GANONG-LEVINE (LGL) 248
PREEXCITACIÓN DE TIPO MAHAIM 251

8. Arritmias y bloqueos 253

ARRITMIAS 253
Arritmias supraventriculares 254
Arritmias sinusales 254
Arritmias auriculares 256
Arritmias de la unión auriculoventricular 267
Arritmias ventriculares 276
Arritmias auriculoventriculares 290
Aberrancia 290
Diagnóstico diferencial de las taquicardias con QRS ancho 292
BLOQUEOS CARDIACOS 297
Bloqueo sinoauricular 298
Bloqueo auriculoventricular 299
DISOCIACIÓN AURICULOVENTRICULAR 306

9. Efectos de los fármacos y de los electrolitos 307

FÁRMACOS 307
Glucósidos digitálicos 307
Antiarrítmicos: quinidina y procainamida 309
ALTERACIONES IÓNICAS 311
Hiperpotasemia 311
Hipopotasemia 315
Hipercalcemia 316
Hipocalcemia 316
Hipomagnesemia 317

10. Miscelánea ... 319

HIPERTENSIÓN ARTERIAL ... 320
COR PULMONALE ... 322
PERICARDITIS ... 324
ENFERMEDADES VALVULARES ... 325
Estenosis mitral ... 325
Insuficiencia mitral ... 327
Estenosis aórtica ... 328
Insuficiencia aórtica ... 328
Valvulopatía tricúspide ... 329
MIOCARDIOPATÍAS ... 330
Miocardiopatía hipertrófica ... 330
Miocardiopatía dilatada ... 331
Miocardiopatía restrictiva ... 332
Miocardiopatía no compactada ... 332
Enfermedad de Chagas ... 333
Miocardiopatías de las enfermedades neurodegenerativas ... 335
MIOCARDITIS ... 337
MARCAPASOS ... 338
CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS MÁS FRECUENTES ... 344
Comunicación interauricular ... 344
Comunicación interventricular ... 346
Conducto arterioso persistente (ductus arterioso) ... 346
Coartación de aorta ... 346
Estenosis pulmonar ... 346
Tetralogía de Fallot ... 346
Enfermedad de Ebstein ... 348
Transposición corregida de los grandes vasos (L-TGA) ... 348
PECTUS EXCAVATUM ... 350
ALTERACIONES DEL TIROIDES ... 351
Hipotiroidismo ... 351
Hipertiroidismo ... 351
HIPOTERMIA ... 353
DEPORTE ... 353

VAGOTONÍA 358
DISCREPANCIAS ENTRE EL ELECTROCARDIOGRAMA Y LA CLÍNICA 358
Electrocardiograma normal en paciente con cardiopatía 358
Electrocardiograma anormal en el paciente asintomático 359
EL ELECTROCARDIOGRAMA DE ALTO RIESGO 360
Disfunción sinusal severa 360
Bloqueo AV de segundo grado avanzado 361
Bloqueos intraventriculares de riesgo 361
Patrones de riesgo en la cardiopatía isquémica 361
Alternancia eléctrica 361
Alteraciones iónicas 361

Sección III. INTERPRETACIÓN DEL ECG. ALGORITMOS DIAGNÓSTICOS

11. Interpretación del electrocardiograma 365
ORDEN EN LA LECTURA DEL ECG 366
ALGORITMOS DIAGNÓSTICOS DEL ECG 366
Algoritmo de evaluación de la onda P 366
Algoritmo de evaluación del complejo QRS 368
Algoritmo de evaluación del segmento ST 370
Algoritmo de evaluación de la onda T 371
Algoritmo básico de evaluación del ritmo cardiaco 372
Algoritmo de evaluación de las arritmias de QRS estrecho 374
APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALGORITMOS. EJEMPLOS 376
CUADRO RESUMEN DE LAS ALTERACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS MÁS FRECUENTES EN ALGUNAS PATOLOGÍAS 398

Sección IV. EL ECG EN LA PRÁCTICA CLINICA

12. Casos clínicos comentados 403

Sección V. ADENDAS

13. Guías de práctica clínica sobre el uso del electrocardiograma 437

PACIENTES CON ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR CONOCIDA 437
PACIENTES EN LOS QUE SE SOSPECHA UNA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR . 441
PACIENTES SIN ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR CONOCIDA NI SOSPECHADA . 441
POBLACIONES ESPECIALES 442
Personas con trabajos peligrosos 442
Evaluación preoperatoria 442
Cribado de deportistas 443
Administración de fármacos cardioactivos 443

14. Aspectos relevantes de la señal del ECG y de su procesado 445

LA SEÑAL DEL ECG 445
PROCESADO DE LA SEÑAL DE ECG 447
MUESTREO DE LA SEÑAL DE ECG 448
FILTRADO DE BAJA FRECUENCIA 449
FILTRADO DE ALTA FRECUENCIA 449
FORMACIÓN DE COMPLEJOS REPRESENTATIVOS DE CADA DERIVACIÓN (PLANTILLAS) 450
MEDICIÓN GLOBAL EN DERIVACIONES ADQUIRIDAS SIMULTÁNEAMENTE 450
COMPRESIÓN DE LOS DATOS PARA TRANSMISIÓN Y ALMACENAMIENTO 451
LECTURA AUTOMÁTICA DEL ECG 451

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA 453

ÍNDICE ANALÍTICO 455

Prólogo

Este libro que hoy llega a su mano es heredero de uno previo titulado *Curso básico de electrocardiografía: bases teóricas y aplicación práctica,* cuya primera edición se realizó en 1999. Tras dos ediciones posteriores que, según los comentarios realizados por los médicos, han contribuido a cubrir un hueco en la formación en electrocardiografía del personal clínico, creo llegado el momento de incrementar la amplitud y el alcance de la obra, con lo que ha surgido este nuevo libro: *Electrocardiografía clínica.*

Su objetivo fundamental sigue siendo, al igual que en el libro previo, introducir las bases de la electrocardiografía de forma sencilla y didáctica al necesitado de esta formación, facilitándole la lectura y comprensión de textos más completos. En este nuevo libro se ha añadido, además, información complementaria para poder cubrir las necesidades de formación en técnica tan útil para la mayoría de los médicos. Sus numerosos esquemas, tablas y más de 350 figuras con registros electrocardiográficos, contribuyen a facilitar el aprendizaje de los distintos aspectos de la electrocardiografía.

Quiero agradecer a la editorial Aula Médica, y en especial a su editor José Antonio Ruiz, el interés que ha puesto en esta obra y el cuidado aplicado en su edición, todo lo cual contribuirá a una mejor aceptación por parte de los lectores.

Espero que este libro tenga el éxito de sus predecesores entre los lectores en cuanto a su utilidad en el aprendizaje de la electrocardiografía, lo que facilitará el uso clínico de esta importante técnica, que a pesar de su sencillez y de sus más de 100 años de historia, sigue manteniendo una gran vigencia en la práctica clínica y en el mejor cuidado de nuestros pacientes.

Toledo, enero de 2018
Luis Rodríguez Padial

Introducción

El electrocardiograma es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón. Su utilidad diagnóstica se debe a que numerosas enfermedades cardiacas modifican la activación eléctrica del corazón y, como consecuencia de ello, producen alteraciones del ECG que a menudo son diagnósticas.

La rentabilidad diagnóstica, la inocuidad y el escaso coste de esta técnica han hecho de ella un elemento básico en el estudio cardiovascular de todo paciente, cardiópata o no. Es por ello que todo médico necesita adquirir un cierto grado de conocimiento de la electrocardiografía.

Aunque existen numerosos, y muy buenos, libros dedicados a la electrocardiografía, lo cierto es que la mayoría de los médicos encuentran dificultades a la hora de adquirir los conocimientos necesarios de esta técnica. Las causas de estas dificultades son diversas. En algunos casos, la mayoría son debidas a la falta de práctica suficiente como para desarrollar confianza en la interpretación del electrocardiograma. En otros casos, la causa es la dificultad en adquirir conceptos claros sobre los criterios utilizados en la interpretación del electrocardiograma. Ambas causas están relacionadas entre sí, pues si no se tienen conceptos claros, se carece de la confianza necesaria para afrontar la interpretación de un electrocardiograma y, de esa forma, adquirir experiencia en la interpretación del mismo.

En contra de lo que pudiera parecer, la electrocardiografía es una técnica bastante sencilla, ya que solo nos da información sobre tres parámetros: voltaje (amplitud), duración (tiempo) y morfología. Por ende, la interpretación del electrocardiograma a un nivel básico requiere solo la aplicación de unos conceptos simples, los cuales nos permiten alcanzar con precisión la mayoría de los diagnósticos electrocardiográficos. Evidentemente, el experto en electrocardiografía requiere conocimientos mucho más amplios para llegar a diagnósticos más matizados y complejos.

Esta obra no pretende sustituir a ningún libro de electrocardiografía, sino más bien intentar complementar a los mismos, al facilitar la adquisición de los conocimientos básicos necesarios para interpretar el electrocardiograma. La idea esencial que se pretende transmitir es que la electrocardiografía es sencilla y que tanto la adquisición de los conocimientos básicos como, aún más importante, la aplicación de los mismos de una forma lógica, que permita llegar a los principales diagnósticos electrocardiográficos, está al alcance de cualquiera que tenga interés. Otros libros más extensos de electrocardiografía pueden, y deben, ayudar a adquirir detalles que aquí se han obviado en aras de la simplicidad, y que pueden ser necesarios para los más interesados. De igual forma, la comprensión de los conceptos aquí expresados facilita el estudio de libros más complejos de electrocardiografía. Por ello, se ha huido tanto de la excesiva complejidad teórica, que dificulta el primer contacto con la técnica, como de la excesiva simplicidad, que además de ofender en ocasiones al lector, impide la comprensión razonada de los criterios

diagnósticos. El conjunto da lugar a un libro de electrocardiografía que puede cubrir las necesidades de formación de la mayoría de los interesados en el tema.

Este libro se divide en cuatro secciones. En primer lugar, se dan las bases fisiológicas y técnicas necesarias para comprender la electrocardiografía. En segundo lugar, se explican y exponen los conocimientos fisiopatológicos necesarios para la comprensión de los criterios electrocardiográficos diagnósticos de las distintas patologías. A continuación, se presentan unos algoritmos diagnósticos sencillos que permiten poner en práctica, de forma ordenada, los conocimientos adquiridos. Algunos ejemplos ilustran la aplicación de estos algoritmos. Por último, con la intención de familiarizar al lector con la aplicación de los algoritmos y de darle confianza en la interpretación del electrocardiograma, la cuarta sección está dedicada a presentar diversos registros electrocardiográficos acompañados de un comentario clínico, todo lo cual ilustra la aplicación del electrocardiograma en la práctica y lo ponen en perspectiva clínica.