

ELEKTROKARDIOGRAFIKO ATLASA

ATLAS DE ELECTROCARDIOGRAFÍA



Osakidetza



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

OSASUN SAILA
DEPARTAMENTO DE SANIDAD

Lehen argitalpena: 2008ko urtarrila

© Osakidetza
Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa

Internet: www.osakidetza.euskadi.net

E-mail: coordinacion@osakidetza.net

Lege-gordailua: BI-3750-08

Argitaratzailea: Osakidetza
Álava 45 - 01006 VITORIA-GASTEIZ

ISBN: 978-84-691-6899-8

Edición: 1ª Enero 2008

© Osakidetza
Administración de la Comunidad Autónoma Vasca

Internet: www.osakidetza.euskadi.net

E-mail: coordinacion@osakidetza.net

Depósito Legal: BI-3750-08

Edita: Osakidetza
Álava 45 - 01006 VITORIA-GASTEIZ

ISBN: 978-84-691-6899-8

IZENBURUA / TÍTULO

ELEKTROKARDIOGRAFIKO ATLASA / ATLAS DE ELECTROCARDIOGRAFÍA

KOORDINATZAILEAK / COORDINADORES

Aierbe Zabaleta, Pedro Luis

Molinero de Miguel, Enrique

Ormaetxe Merodio, José Miguel

Oyanguren Artola, Juana

EGILEAK / AUTORES

Aierbe Zabaleta, Pedro Luis

Andrés Morist, Abel

Arcocha Torres, María Fe

Arrastio López, Xabier

Arrillaga Ibarluzea, Manuel

Arzubiaga Bilbao, Jesús María

Blanco Peláez, Julia

Bastos Fernández, Guillermo

Bóveda Romeo, Francisco Javier

Candina Villar, Roberto

Castaños Del Molino, José María

Etxebeste Atorrasagasti, Jon

Faus Charola, José María

Galdeano Miranda, José Miguel

García Martín, Rubén

Gaztañaga Arantzamendi, Larraitx

Grande López, Pilar

Ibáñez-Maeztu Añón, Juan Carlos

Luis García, María Teresa

Martínez Alday, Jesús Daniel

Molinero de Miguel, Enrique

Molinero Hernando, Enrique

Montero Gato, Virginia

Murga Eizagaetxeberria, Nekane

Núñez Araukua, Gaizka

Ormaetxe Merodio, José Miguel

Oyanguren Artola, Juana

Rodríguez Sánchez, Ibon

Rubio Ereño, Ainhoa

Ruiz de Azua Fernández, Eduardo

Ruiz Gómez, Lara

Sagastagoitia Gorostiza, Txomin

LABURDURAK

AB: aurikulo-bentrikularra

AEBI: Angiotentsinaren entzima bihurtzailearen inhibitzailea

AtHB: atzeko hemiblokea (His-en balaren ezkerreko adarraren atzeko faszikuluaren blokea)

AuHB: aurreko hemiblokea (His-en balaren ezkerreko adarraren aurreko faszikuluaren blokea)

BA: bentrikulo-atriala (bentrikulo-aurikularra)

BAB: blokeo aurikulo-bentrikularra

BABT: birsartze aurikulo-bentrikularrak eragindako takikardia

BAkz: bide akzesorioa

DAE: desfibriladore automatiko ezgarria

EA: estrasistole aurikularra

EB: estrasistole bentrikularra

EIBA: erritmo idiobentrikular azeleratua

EKG: elektrokardiograma

EsA: eskuineko aurikula

EsAB (HBEsAB): His-en balaren eskuineko adarraren blokea

EsAH: eskuineko aurikularen hazkundera

EsB: eskuineko bentrikulua

EsBH: eskuineko bentrikuluaren hazkundera

EzA: ezkerreko aurikula

EzAB (HBEzAB): His-en balaren ezkerreko adarraren blokea

EzAH: ezkerreko aurikularen hazkundera

EzB: ezkerreko bentrikulua

EzBH: ezkerreko bentrikuluaren hazkundera

FA: fibrilazio aurikularra

FB: fibrilazio bentrikularra

LE: loturako estrasistolea

LGL: Lown-Ganong-Levine-ren sindromea

ms: milisegundoak

MzAP: mintzean zeharreko atsedeneko potentziala

MzEP: mintzean zeharreko ekintza-potentziala

NAB: nodulu aurikulo-bentrikularra

NBT: nodulu barruko takikardia, takikardia intranodularra

NS: nodulu sinusala

NSG: nodulu sinusaleko gaixotasuna

OHT: odol-hodi handien transposizioa

PR: PR tartea

QT: QT tartea

QTz: QT tarte zuzendua, bihotzeko maiztasunarekiko

SA: sino-aurikularra

TA: takikardia aurikularra

TAM: takikardia aurikular multifokala (foku anitzekoa)

TB: takikardia bentrikularra

TBEI: takikardia bentrikular ez-iraunkorra

TBI: takikardia bentrikular iraunkorra

TBP: takikardia bentrikular polimorfikoa

TdP: torsades de pointes

t/m: taupadak minutuko

TM: taupada-markagailua

TSB: takikardia suprabentrikularra

WPW: Wolff-Parkinson-White-ren sindromea

ABREVIATURAS

AD: aurícula derecha
AI: aurícula izquierda
AV: aurículo-ventricular
BAV: bloqueo auriculo-ventricular
BRD (BRDHH): bloqueo de la rama derecha del haz de His
BRI (BRIHH): bloqueo de la rama izquierda del haz de His
CAD: crecimiento auricular derecho
CAI: crecimiento auricular izquierdo
CVD: crecimiento ventricular derecho
CVI: crecimiento ventricular izquierdo
DAI: desfibrilador automático implantable
EA: extrasístole auricular

ECG: electrocardiograma
ENS: enfermedad del nódulo sinusal
EU: extrasístole unional
EV: extrasístole ventricular
FA: fibrilación auricular
FV: fibrilación ventricular
HBA: hemibloqueo anterior (bloqueo del fascículo anterior de la rama izquierda del haz de His)
HBP: hemibloqueo posterior (bloqueo del fascículo posterior de la rama izquierda del haz de His)
IECA: Inhibidor de la enzima convertidora de la angiotensina
LGL: Síndrome de Lown-Ganong-Levine
lpm: latidos por minuto
MP: marcapasos

ms: milisegundos
NAV: nodo auriculo-ventricular
NS: nódulo sinusal
PAT: potencial de acción transmembrana
PRT: potencial de reposo transmembrana
PR: intervalo PR
QT: intervalo QT
QTc: intervalo QT corregido para la frecuencia cardíaca
RIVA: ritmo idioventricular acelerado
SA: sino-auricular
TA: taquicardia auricular
TAM: taquicardia auricular multifocal
TdP: torsades de pointes
TGV: transposición de los grandes vasos

TIN: taquicardia intranodal
TRAV: taquicardia por reentrada auriculo-ventricular
TSV: taquicardia supraventricular
TV: taquicardia ventricular
TVNS: taquicardia ventricular no sostenida
TVP: taquicardia ventricular polimórfica
TVS: taquicardia ventricular sostenida
VA: ventriculo-atrial
VAc: vía accesoria
VD: ventrículo derecho
VI: ventrículo izquierdo
WPW: Síndrome de Wolff-Parkinson-W

AURKIBIDEA

HITZAURREA	1
------------	---

OINARRIAK /1/

Elektrokardiograma	4
EKGren boltajea kalibratzea	5
Mintz zelularren egitura eta funtzioak	6
Ioien kanalak	7
Zelula uzkurgarriaren ekintza-potentziala eta horren adierazpen elektrokardiografikoa	8
EKGren uhinak eta tarteak	9
Elektrodoen kokapena	10
Deribazioak	12
Elektrodoak behar bezala jarrita lortzen den EKG	17
Besoetako elektrodoak elkar aldatu ondoren lortutako EKG	18
Bihotz aurreko elektrodoak elkar aldatu ondoren lortutako EKG	19

INTERPRETATZEKO SISTEMATIKA /2/

EKG interpretatzeko sistematika	20
Bihotz-maiztasuna. Hori lortzeko metodoak	21
Bihotz-maiztasunaren neurketa	22
Erritmo sinusala. Ezaugarriak	24
EKGren uhinak, tarteak eta segmentuak	26
P uhin sinusala normala	27
PR tarte eta segmentua	29
QRS konplexu normala	30
Bihotzaren errotazioak	33
Bihotzeko ardatz elektrikoaren (ÂQRS) desbideratzeak plano frontalean	39
QT tarte	43
ST segmentua eta T uhina	44
U uhina	48

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
---------	---

FUNDAMENTOS /1/

El electrocardiograma	4
La calibración del voltaje del ECG	5
Estructura y funciones de la membrana celular	6
Canales iónicos	7
Potencial de acción de la célula contráctil y su expresión electrocardiográfica	8
Ondas e intervalos del ECG	9
Colocación de los electrodos	10
Las derivaciones	12
ECG obtenido con los electrodos correctamente colocados	17
ECG obtenido con los electrodos de los brazos cambiados entre sí	18
ECG obtenido con los electrodos precordiales intercambiados	19

SISTEMÁTICA DE LA INTERPRETACIÓN /2/

Sistemática de interpretación del ECG	20
Frecuencia cardíaca. Métodos para obtenerla	21
Medición de la frecuencia cardíaca	22
Ritmo sinusal. Características	24
Ondas, intervalos y segmentos del ECG	26
Onda P sinusal normal	27
Intervalo y segmento PR	29
Complejo QRS normal	30
Rotaciones del corazón	33
Desviaciones del eje eléctrico del corazón (ÂQRS) en el plano frontal	39
Intervalo QT	43
Segmento ST y onda T	44
Onda U	48

BARRUNBEEN HAZKUNDEA /3/

Bihotzeko barrunbeen hazkundera	49
Eskuin-aurikularen hazkundera	50
Ezkerreko aurikularen hazkundera	55
Bi aurikulen hazkundera	59
Aurikulen arteko blokeoa	61
Ezkerreko bentrikuluaren hazkundera	65
Ezker-bentrikuluaren gainkarga sistolikoa eta diastolikoa	67
Ezkerreko bentrikuluaren hazkundera, ezkerreko adarraren blokeoarekin batera	70
Eskuineko bentrikuluaren hazkundera	72
Eskuin-bentrikuluaren gainkarga sistolikoa eta diastolikoa	77
Bi aurikulen hazkundera. Bi bentrikuluen hazkundera	79

BENTRIKULU BARRUKO BLOKEOAK /4/

Eszitazio/eroapeneko sistema espezifiko	80
Bentrikuluko aktibazio normalaren bektoreak	81
Bentrikulu barruko eroapenaren asaldak	82
- His-en balaren eskuineko adarraren blokeoa	83
- His-en balaren ezkerreko adarraren blokeoa	92
- Ezker-adarraren aurreko faszikuluaren hemiblokeoa	98
- Ezker-adarraren atzeko faszikuluaren hemiblokeoa	101
- Eskuineko adarraren blokeoa eta aurreko hemiblokeoa (blokeo bifaszikularra)	104
- Eskuineko adarraren blokeoa eta atzeko hemiblokeoa (blokeo bifaszikularra)	105
- Eskuineko adarraren blokeoa, aurreko hemiblokeoa eta PR luzea (blokeo trifaszikularra)	106

KARDIOPATIA ISKEMIKOA /5/

Iskemia subendokardikoa	109
Iskemia subepikardikoa	111
Lesio subendokardikoa	116
Lesio subepikardikoa	120
Errepolarizazio goiztiarra	123
Nekrosia	125
Infartuaren kokapena	126

CRECIMIENTO DE CAVIDADES /3/

Crecimiento de cavidades cardíacas	49
Crecimiento auricular derecho	50
Crecimiento auricular izquierdo	55
Crecimiento biauricular	59
Bloqueo interauricular	61
Crecimiento ventricular izquierdo	65
Sobrecarga sistólica y diastólica de ventrículo izquierdo	67
Crecimiento ventricular izquierdo asociado a bloqueo de rama izquierda	70
Crecimiento ventricular derecho	72
Sobrecarga sistólica y diastólica de ventrículo derecho	77
Crecimiento biauricular. Crecimiento biventricular	79

BLOQUEOS INTRAVENTRICULARES /4/

El sistema específico de excitación-conducción	80
Los vectores de la activación ventricular normal	81
Trastornos de la conducción intraventricular	82
- Bloqueo de la rama derecha del haz de His	83
- Bloqueo de la rama izquierda del haz de His	92
- Hemibloqueo de la subdivisión anterior de la rama izquierda	98
- Hemibloqueo de la subdivisión posterior de la rama izquierda	101
- Bloqueo de rama derecha y hemibloqueo anterior (bloqueo bifascicular)	104
- Bloqueo de rama derecha y hemibloqueo posterior (bloqueo bifascicular)	105
- Bloqueo de rama derecha, hemibloqueo anterior y PR largo (bloqueo trifascicular)	106

CARDIOPATÍA ISQUÉMICA /5/

Isquemia subendocárdica	109
Isquemia subepicárdica	111
Lesión subendocárdica	116
Lesión subepicárdica	120
Repolarización precoz	123
Necrosis	125
Localización del infarto	126

Beheko aurpegiko miokardioko infartu akutua	127
Beheko miokardioko infartua, atzeko aurpegira zabalduz	129
Lesio subepikardikoa, aurre-alboan kokatua, altua eta baxua	132
Trenkadako eta goi-alboko aurpegien miokardioko infartua	136
Enbor komunaren estenosisa	137
His-en balaren eskuineko adarraren blokeoa eta beheko infartua	140
Trenkadako miokardioko infartua His-en balaren ezkerreko adarraren blokeoa	142
Beheko miokardioko infartua aurreko hemiblokeoarekin batera	145

BRADIARRITMIAK /6/

Saillapena	146
Etiologia	147
Ihes-erritmoak	148
Nodulu sinusaleko gaixotasuna	150
Blokeo sino-aurikularra	151
Bradikardia sinusala	152
Geldialdi sinusala	154
Lotura ABeko erritmoa	155
Bentrikuluko ihes-erritmoa	159
Bradikardia/Takikardia sindromea	161
Taupada-markagailu migratzailea	162
Blokeo AB	163
Lehen mailako blokeo AB	165
Bigarren mailako blokeo AB, Mobitz 1	166
Bigarren mailako blokeo AB, Mobitz 2	167
Maila altuko blokeo AB	168
2/1 blokeo AB	169
Hirugarren mailako blokeo AB	171
Fibrilazio aurikularra bentikuluaren erantzun motelarekin	175
Flutter aurikularra bentikuluaren erantzun motelarekin	176

Infarto agudo de miocardio de cara inferior	127
Infarto agudo de miocardio inferior con extensión a cara posterior	129
Lesión subepicárdica anterior y lateral, alta y baja	132
Infarto de miocardio septal y lateral alto	136
Estenosis del tronco común	137
Bloqueo de rama derecha del haz de His e infarto inferior	140
Bloqueo de rama izquierda del haz de His e infarto septal	142
Infarto de miocardio inferior en presencia de hemibloqueo anterior	145

BRADIARRITMIAS /6/

Clasificación	146
Etiología	147
Ritmos de escape	148
Enfermedad del nódulo sinusal	150
Bloqueo sino-auricular	151
Bradicardia sinusal	152
Paro sinusal	154
Ritmo de la unión AV	155
Ritmo de escape ventricular	159
Síndrome bradicardia-taquicardia	161
Marcapasos migratorio	162
Bloqueo AV	163
Bloqueo AV de primer grado	165
Bloqueo AV de segundo grado, Mobitz 1	166
Bloqueo AV de segundo grado, Mobitz 2	167
Bloqueo AV de alto grado	168
Bloqueo AV 2/1	169
Bloqueo AV de tercer grado	171
Fibrilación auricular con respuesta ventricular lenta	175
Flutter auricular con respuesta ventricular lenta	176

TAKIARRITMIAK /7/

Takiarritmiak	177
Sailkapena	178
Takiarritmia suprabentrikularrak	179
Estrasistoleak	180
Estrasistole aurikularrak	181
Loturako estrasistoleak	183
Estrasistole bentrikularrak	184
Takikardia aurikularrak	187
Jatorrizko lekuaren kokapen elektrokardiografikoa	188
Takikardia sinusala	189
Arritmia sinusala	190
Takikardia aurikularra	191
Takikardia aurikular multifokala	195
Flutter aurikular arrunta	196
Flutter aurikular alderantzikatua	198
Flutter aurikular atipikoa	200
Fibrilazio aurikularra	202
Fibrilazio aurikular fokala	204
Lotura ABeko takikardiak	205
Takikardia suprabentrikular ortodromikoa	206
Takikardia suprabentrikularra, birsartze intranodalagatik	207
Loturako erritmo azeleratua	210
Maniobra bagalak edo adenosina	212
QRS estuko takikardiaren eskema diagnostikoa	216
Takiarritmia bentrikularrak	217
Eskuin-bentrikuluko displasia arritmogenikoa	227
Ezkerreko takikardia bentrikular idiopatikoa	229
EsBko takikardia bentrikular idiopatikoa	230
EsBko irteera-traktuko beste takikardia bentrikular idiopatikoa	231
Eskuineko bentrikuluko takikardia bentrikularra	232
Takikardia bentrikularra, adarra/adarra motakoa	236
Ezkerreko faszikulu arteko takikardia bentrikularra	242

TAQUIARRITMIAS /7/

Taquiarritmias	177
Clasificación	178
Taquiarritmias supraventriculares	179
Extrasístoles	180
Extrasístoles auriculares	181
Extrasístoles unionales	183
Extrasístoles ventriculares	184
Taquicardias auriculares	187
Localización electrocardiográfica del lugar de origen	188
Taquicardia sinusal	189
Arritmia sinusal	190
Taquicardia auricular	191
Taquicardia auricular multifocal	195
Flutter auricular común	196
Flutter auricular inverso	198
Flutter auricular atípico	200
Fibrilación auricular	202
Fibrilación auricular focal	204
Taquicardias de la unión A-V	205
Taquicardia supraventricular ortodrómica	206
Taquicardia supraventricular por reentrada intranodal	207
Ritmo acelerado de la unión	210
Maniobras vagales o adenosina	212
Esquema diagnóstico de la taquicardia de QRS estrecho	216
Taquiarritmias ventriculares	217
Displasia arritmogénica de ventrículo derecho	227
Taquicardia ventricular izquierda idiopática	229
Taquicardia ventricular idiopática de VD	230
Taquicardia ventricular idiopática de tracto de salida de VD	231
Taquicardia ventricular de ventrículo derecho	232
Taquicardia ventricular rama-rama	236
Taquicardia ventricular interfascicular izquierda	242

Atzemateak eta bat-egiteak	244
QRS zabaleko takikardiaren eskema diagnostikoa	246
Bi norabidetako takikardia bentrikularra	247
Kanalopatiak	248
I Tipoko Brugada-ren sindromea	249
QT luze sortzetikoaren sindromea	252
QT laburraren sindromea	256
TB polimorfikoa	257
Fibrilazio bentrikularra	258
Flutter bentrikularra	259
Torsades de pointes	260
Desfibriladore ezargarria	263

ESZITAZIO-AURREA /8/

Eszitazio-aurrea	269
Wolff-Parkinson-White-ren sindromea	270
Bide akzesorioen kokapena	275
WPW intermitentea	285
Takikardiak bide akzesorioak dituzten pazienteetan	286
Takikardia suprabentrikular ortodromikoa	288
Takikardia suprabentrikular antidromikoa	289
Fibrilazio aurikularra, BAkz batean zeharreko aurreranzko eroapenarekin	290
Lown-Ganong-Levine-ren sindromea	292
Mahaim tipoko BAkz	293
BAkz faszikulo-bentrikularra	295

TAUPADA-MARKAGAILUAK /9/

Taupada-markagailu motak	301
Estimulazio-atalasea	303
Estimulazio motak	304
Hautematea	305
Hautematearen arazoak	306
Estimulazio moduak	307

Capturas y fusiones	244
Esquema diagnóstico de la taquicardia de QRS ancho	246
Taquicardia ventricular bidireccional	247
Canalopatías	248
Síndrome de Brugada tipo I	249
Síndrome de QT largo congénito	252
Síndrome de QT corto	256
Taquicardia ventricular polimórfica	257
Fibrilación ventricular	258
Flutter ventricular	259
Torsades de pointes	260
Desfibrilador implantable	263

PREEXCITACIÓN /8/

Preexcitación	269
Síndrome de Wolff-Parkinson-White	270
Localización de las vías accesorias	275
WPW intermitente	285
Taquicardias en los pacientes con vías accesorias	286
Taquicardia supraventricular ortodrómica	288
Taquicardia supraventricular antidrómica	289
Fibrilación auricular con conducción anterógrada a través de una VAc	290
Síndrome de Lown-Ganong-Levine	292
VAc tipo Mahaim	293
VAc fascículo-ventricular	295

MARCAPASOS /9/

Tipos de marcapasos	301
Umbral de estimulación	303
Tipos de estimulación	304
Sensado	305
Problemas de sensado	306
Modos de estimulación	307

Estimulazio moduaren hautaketa	315
AAI taupada-markagailua	317
VVI taupada-markagailua	319
VVI taupada-markagailua. Taupada-markagailuaren sindromea	321
VDD taupada-markagailua	322
DDD taupada-markagailua	325
Bi bentrikuluko taupada-markagailua	326
Atzematearen eta hautematearen hutsegitea	327
Taupada-markagailua bitarteko takikardia	334

ASALDU ELEKTROLITIKOAK /10/

EKG eta asaldurik gabeko elektrolitikoak	336
Hiperpotasemia	337
Hipopotasemia	340
Hiperkaltzemia	345
Hipokaltzemia	347

EKG ETA FARMAKOAK /11/

EKG eta farmakoak	349
Digitalikoak	350
Antiarrimiaren kontrako farmakoak	358
Diltiazema	361
Beta-blokeatzaileak	362
QT tartearen luzapena	363
QT tartea luzatzen duten farmakoak	364
Farmakoek eragindako TdP arrisku-faktoreak	365
QT luzean, ahotik kinidina hartzeak eragindakoa	366
QT luzean, ahotik amiodarona hartzeak eragindakoa	367
QT luzean, ahotik sotalol hartzeak eragindakoa	368
"Torsades de Pointes". Farmakoek eragindako QT luzea	369
IC klaseko farmakoekin lotutako larrialdiak	371
Farmakoek eragindako arritmien tratamendua	372

Elección del modo de estimulación	315
Marcapasos AAI	317
Marcapasos VVI	319
Marcapasos VVI. Síndrome de marcapasos	321
Marcapasos VDD	322
Marcapasos DDD	325
Marcapasos Biventricular	326
Fallos de captura y sentido	327
Taquicardia mediada por marcapasos	334

TRASTORNOS ELECTROLÍTICOS /10/

ECG y trastornos electrolíticos	336
Hiperpotasemia	337
Hipopotasemia	340
Hipercalcemia	345
Hipocalcemia	347

ECG y FÁRMACOS/11/

ECG y fármacos	349
Digitálicos	350
Fármacos antiarrítmicos	358
Diltiazem	361
Beta-bloqueantes	362
Prolongación del intervalo QT	363
Fármacos que prolongan el intervalo QT	364
Factores de riesgo de las TdP inducidas por fármacos	365
QT largo adquirido por la toma de quinidina oral	366
QT largo adquirido por la toma de amiodarona oral	367
QT largo adquirido por la toma de sotalol oral	368
"Torsades de pointes". QT largo adquirido por fármacos	369
Urgencias relacionadas con fármacos de clase IC	371
Tratamiento de las arritmias inducidas por fármacos	372

EKG PEDIATRIAN /12/

Balio normalak	373
Arnas arritmia sinusala	376
Errepolarizazio goiztiarra	377
QT luze sortzetikoa	378
WPW	379
Sortzetiko blokeo AB	380
Situs Inversus eta Birikako Atresia	381
Miokardiopatia murriztailea	382
Gutxiegitasun aortiko larria	383
Ostium secundum tipoko aurikula arteko komunikazioa	384
Bentrikulu arteko komunikazioa	385
Kuxin endokardikoen anomalia	387
Fallot-en tetralogia	388
Trikuspidearen atresia	389
Odol Hodi Handien D-Transposizioa	390
Odol Hodi Handien L-Transposizioa	393
Truncus Arteriosus, I tipoko, operatua	394

BIBLIOGRAFIA	395
---------------------	-----

ECG EN PEDIATRÍA /12/

Valores normales	373
Arritmia Sinusal Respiratoria	376
Repolarización precoz	377
QT largo congénito	378
WPW	379
Bloqueo AV congénito	380
Situs Inversus y Atresia Pulmonar	381
Miocardiopatía restrictiva	382
Insuficiencia aórtica severa	383
Comunicación interauricular tipo ostium secundum	384
Comunicación interventricular	385
Anomalía de cojines endocárdicos	387
Tetralogía de Fallot	388
Atresia tricúspide	389
D-Transposición de los Grandes Vasos	390
L- Transposición de Grandes Vasos	393
Truncus Arteriosus tipo I operado	394

BIBLIOGRAFIA	395
---------------------	-----

Elektrokardiografo izeneko aparatuaren bidez egindako **bihotzeko jarduera elektrikoaren erregistroa** da elektrokardiografia. Horrela lortutako erregistroari elektrokardiograma esaten zaio (EKG laburdura, alemaneko Elektrokardiogramm hitzetik dator), eta grafiko horrek aipatutako bihotz-jarduera hori etengabeko zinta jarraitu moduan adierazten du. Elektrokardiograma hitz horretan hiru osagai bereizten dira: **elektro** (jarduera elektrikoa), **kardio** (bihotza grezieraz) eta **grama**, grezieraz idazkera esan nahi duena.

XIX. mendean argi eta garbi frogatu zen bihotzak elektrizitatea sortzen zuela. Bihotzeko taupada sorrarazten duen jarduera elektrikoa Kolliker eta Mueller-ek aurkitu zuten 1856an. Augustus Waller (1856-1922) izan zen, Marey-ren elektrometro kapilarra aldatuz, gorputzaren azaleratik bihotzeko aldaketa elektrikoen erregistroa lortzen lehena, horretarako bere zakurra erabiliz. Leyden-go (Herbehereak) Unibertsitatean Fisiologia eta Histologiako irakaslea zen Willen Einthoven-ek (1860-1927) garatu zuen harizko galbanometroa, Waller-ek erabiltzen zuena baino askoz ere zehatzagoa, eta berak jarri zituen elektrokardiografia modernoaren oinarriak. Einthoven-ek esleitu zizkien P, Q, R, S eta T letrak erregistroko deflexioei eta ikertzaile horrexek deskribatu zituen gaixotasun kardiobaskular ugariren ezaugarri elektrokardiografikoak. Lan horiengatik guztiengatik Medikuntzako Nobel saria eman zioten 1924. urtean.

Klinikan erabiltzen hasi zenetik mende bat baino gehiago iragan arren, elektrokardiogramak ezinbesteko tresna izaten jarraitzen du hainbat gaixotasun kardiobaskular atzeman eta diagnostikatzeko. EKGren erregistroa lortzen erraza da, merkea, ez inbaditzailea ezta mingarria ere; interpretatzen erraza gertatzen da batzuetan eta aski zaila beste batzuetan, nahierara errepika daiteke eta, bere diagnostikatzeko gaitasuna eta baita bere mugak ere alde zurretik kontuan hartuta, oraindik ere punta-puntako baliabidea da zenbait prozesu kardiologiko (kardiopatia iskemikoa, erritmoaren asaldak, blokeoak edo eszitazio-aurrea, nagusienak aipatzearren) diagnostikatu eta horien eboluzioa kontrolatzeko, beste prozesu batzuetan teknika modernoagoek gaitutua izan den bitartean. Edonola izanik ere, trazadura elektrokardiografikoaren interpretazioa pazientearen egoera kliniko orokorra kontuan hartuz egin behar da betiere.

Elektrokardiografia ez da, hala ere, kardiologoaren eremu eksklusiboa, ezta gutxiagorik ere. EKGk gaixotasun kardiobaskularren diagnostiko eta kontrolerako ezinbestekoa izaten jarraitzen duenez, atlas hau kardiologoz gain, oheburuko mediku, internista, pediatra, anestesista, erizain, etab. entzat dago pentsatua, batik bat Kardiologian, Zainketa Intentsiboetako Unitateetan, Larrialdietan eta Barne Medikuntzan aritzen badira. Baina teknika honen

La electrocardiografía es el **registro de la actividad eléctrica del corazón** mediante el aparato llamado electrocardiógrafo. El registro obtenido es el electrocardiograma (ECG/EKG, del alemán Elektrokardiogramm), gráfico que expresa dicha actividad en forma de cinta continua. El nombre electrocardiograma está compuesto por **electro** (actividad eléctrica), **cardio** (corazón en griego) y **grama**, que en griego significa escritura.

En el siglo XIX se puso de manifiesto que el corazón generaba electricidad. La actividad eléctrica generadora del latido cardíaco fue descubierta por Kolliker y Mueller en 1856. Augustus Waller (1856-1922), modificando el electrómetro capilar de Marey, fue el primero en conseguir desde la superficie corporal un registro de las variaciones eléctricas cardíacas, para lo que utilizó a su perro. Willen Einthoven (1860-1927), profesor de Fisiología e Histología en la Universidad de Leyden (Holanda), desarrolló el galvanómetro de cuerda, mucho más exacto que el que usaba Waller, y creó los fundamentos de la electrocardiografía moderna. Einthoven asignó las letras P, Q, R, S y T a las diferentes deflexiones y describió las características electrocardiográficas de numerosas enfermedades cardiovasculares. En 1924 le concedieron el Premio Nobel de Medicina.

El electrocardiograma, a pesar de haber transcurrido más de un siglo desde su aplicación en la clínica, continúa siendo un elemento imprescindible para la detección y seguimiento de muchas enfermedades cardiovasculares. Es un registro fácil de obtener, barato, no invasivo ni doloroso, a veces fácil y a veces difícil de interpretar, que puede repetirse a voluntad y que, conocidas su capacidad diagnóstica y sus limitaciones, mantiene una vigencia indiscutible en el diagnóstico y control evolutivo de algunos procesos cardiológicos como la cardiopatía isquémica, los trastornos del ritmo, los bloqueos y la preexcitación, en tanto que en otros procesos ha sido desplazado por técnicas más modernas. En cualquier caso, la interpretación del trazado electrocardiográfico debe de hacerse siempre teniendo en cuenta el contexto clínico general del paciente.

La electrocardiografía no es en absoluto un campo exclusivo del cardiólogo. Dado que el ECG continúa siendo esencial para el diagnóstico y control de las enfermedades cardiovasculares, esta obra va destinada en principio, además de a los cardiólogos, a los médicos generales, internistas, pediatras, anestelistas, enfermería, etc., especialmente si se trabaja en Cardiología, Unidades de Cuidados Intensivos, Urgencias y Medicina Interna. Pero las aplicaciones

aplikazioak beste hainbat espezialitate eta arlotara ere zabal daitezke: Familia eta Komunitate Medikuntzara, Anbulategietara, eta Oinarrizko Bizi Euskarriko Unitate mugikorretara, horietan interpretazio bizkor eta fidagarria behar izaten baita sarritan erabaki farmakologikoak hartu eta pazienteak ospitalera baldintzarik onenetan garraiatu ahal izateko.

Gaur egun bizi dugun irudiaren aro honetan egileok atlas baten itxura eman nahi izan diogu gure lanari, interesatuak dauden osasun-arloko profesional guztien aurrean elektrokardiografia ahalik eta modurik errazenean azaltzeko. Horrexegatik, trazadura elektrokardiografiko ugari agertzen dira obra honetan, eta horien laguntzarekin patologiarik garrantzitsuenen adierazpen elektrokardiografikoa ulertzeko aski izango direla espero dugu.

Jarraian obraren edukia azalduko dugu, laburbilduta bada ere. **Hamabi atal** edo kapitulu dira guztira.

Aurreneko atalean teknika honen **oinarri teoriko eta praktikoen deskribapen** sinple bezain erraza egiten da: mintz zelularra, bihotzeko jarduera elektrikoaren sorrera eta jarduera hori gorputz-azaleratik erregistratzeko bitartekoak (Einthoven-en triangelua eta deribazioak).

Bigarren kapituluak **EKGren ohiko interpretazioa** jorratzen du, sistematika jakin bati jarraituz eta aldagai garrantzitsuenak aipatuz.

Hirugarren atalean **barrunbeen hazkundeak** aztertu eta jorratzen dira. Egileon ustez, hipertrofiaketadilatazioak antzemanetadiagnostikatzeko elektrokardiografia baliabide diagnostiko hobea den arren, irizpide elektrokardiografikoak ez lirateke hala ere albo batera utzi eta ahaztu behar, irizpide horiek baitira sarritan balorazio elektrokardiografikoa eskatzera eramango gaituztenak.

Laugarren kapituluak **bentrikulu barruko blokeoak** aztertzen dira: adarreko blokeoak eta hemiblokeoak.

Bosgarren atalean **kardiopatia iskemikoa** azaltzen da, aurkikuntza elektrokardiografikoen bidez infartuaren kokapen topografikoari aipamen berezia eginez.

Seigarren kapituluak **bradiarritmiak** jorratzen dira: nodulu sinusalaren gaixotasuna eta blokeo aurikulobentrikularrak.

Zazpigarren atala **takiarritmiei** eskainia dago: azken urteotan ikaragarri garatu da arritmologiaren arlo hori, eta prozesu horien ikerketa eta tratamenduak

de esta técnica pueden ampliarse, y de hecho se amplían, a la Medicina de Familia y Ambulatoria y Unidades de Soporte Vital Básico móviles, donde a menudo se necesita una interpretación rápida y fiable para tomar decisiones farmacológicas y de traslado de los pacientes al medio hospitalario.

En esta era de la imagen los autores hemos preferido dar a nuestro trabajo la forma de atlas para facilitar la comprensión de la electrocardiografía a cuantos profesionales sanitarios se hallen interesados en la misma. Aportamos un considerable número de trazados electrocardiográficos que esperamos sea suficiente para entender la expresión electrocardiográfica de las patologías más importantes.

A continuación pasamos a exponer en síntesis el contenido de la obra. Consta de **doce capítulos**.

En el **primero** se hace una descripción básica sencilla de los **fundamentos teóricos y prácticos** de esta técnica: la membrana celular, génesis de la actividad eléctrica del corazón y medios de registrarla desde la superficie corporal: triángulo de Einthoven y derivaciones.

El **segundo** capítulo trata de la **interpretación rutinaria del ECG**, siguiendo una sistemática y citando las variantes más importantes.

El **tercer** capítulo aborda los **crecimientos cavitarios**. Los autores creemos que, a pesar que la ecocardiografía es un método diagnóstico mejor para la detección de hipertrofias y dilataciones, los criterios electrocardiográficos no deben de caer en el olvido ya que son a menudo los que nos conducen a solicitar la valoración ecocardiográfica.

El **cuarto** capítulo trata de los **bloqueos intraventriculares**: bloqueos de rama y hemibloqueos.

El **quinto** capítulo trata de la **cardiopatía isquémica**, con especial referencia a la localización topográfica del infarto a través de los hallazgos electrocardiográficos.

El **sexto** capítulo aborda las **bradiarritmias**: enfermedad del nódulo sinusal y bloqueos aurículoventriculares.

El **séptimo** capítulo se dedica a las **taquiarritmias**, área de la arritmología que se ha desarrollado extraordinariamente los últimos años y cuyo estudio y

barrunbe barruko teknika elektrofisiologikorik modernoak erabiltzera behartzen gaitu sarritan. Gai horiek zabalak eta konplexu samarrak diren arren, erraz ulertzeko moduan azalduak daudela uste dugu.

Zortzigarren atalean **eszitazio-aurreko sindromeak** aztertzen dira, ezohiko bide aurikulo-bentrikularrek eraginak eta arazo larriak sor ditzaketenak. Aurrez jorratutako takiarritmien gaia bezala, kapitulu hau ere etengabeko berrikuntza eta aurrerapen-bidean murgildua dagoenez, teknika elektrofisiologiko konplexuak eskatzen ditu sarritan. Gure elektrofisiologoek zehaztasunez, baina modu sinple eta ulergarrian azaltzen dituzte gai horiek guztiak.

Bederatzigarren atala **taupada-markagailuei** eskainia dago, eta bertan estimulazio artifiziala egiteko modu desberdinak azaltzen dira, prozesu horretan gerta daitezkeen hutsegite eta konplikazioen berri ere emanez.

Hamargarren kapituluak EKGn antzeman daitezkeen **asaldurik** azaltzen dira, egoera usuak klinikan, iatrogenoak sarritan eta kasu askotan behar eta merezi duten adina arreta jasotzen ez dutenak.

Hamaikagarren kapituluak klinikan normalean erabiltzen diren **botikek eragindako asaldurik** aipatzen dira. Bai trastorno horiek eta baita sarritan horiekin lotuak ageri ohi diren trastorno elektrolitikoak ere, arreta handiz tratatuak izan behar dute.

Hamabigarren atala, azkenik, **EKG pediatrikoari** eskainia dago, eta bertan azaltzen dira bularreko haurrengan normalak diren parametro elektrokardiografikoak, baita zenbait sortzetiko kardiopatia konplexuren elektrokardiogramak ere.

Obra hau baliagarria izatea espero dugu, eta euskara osasun-eremuan zabaltzeko lagungarri gertatzea, belaunaldi gazteagoei elektrokardiografiaren interpretazio kliniko egokia egiteko tresna sinple eta eguneratua eskaintzeaz gain.

Gure esker ona Osakidetza lan hau argitaratu eta zabaltzeko eskaintakoa lankidetzagatik. Dena den, egileok obra hau zabaltzea espero dugu, bestelako ekarpen gehigarrien bidez.

EGILEAK

tratamiento requieren a menudo de las modernas técnicas electrofisiológicas intracavitarias. A pesar de la complejidad y extensión de estos temas, creemos que son expuestos de forma asequible.

El **octavo** capítulo trata de los **síndromes de preexcitación**, provocados por vías anómalas aurículoventriculares y que pueden causar graves problemas. Como el tema anterior de las taquiarritmias, éste es también un capítulo en constante revisión y progreso que frecuentemente requiere asimismo de técnicas electrofisiológicas complejas. Nuestros electrofisiólogos exponen estos temas con rigor y sencillez.

El **noveno** capítulo, dedicado a los **marcapasos**, trata de los modos de estimulación artificial y de los fallos y complicaciones que pueden darse durante la misma.

El **décimo** capítulo se dedica a los **trastornos electrolíticos** detectables en el ECG, situaciones frecuentes en la clínica, a menudo yatrógenas y que no siempre reciben la atención que merecen.

El **undécimo** capítulo se refiere a los **trastornos provocados por los fármacos** de uso habitual en la clínica y que, como los trastornos electrolíticos a los que a menudo se asocian, deben ser observados con atención.

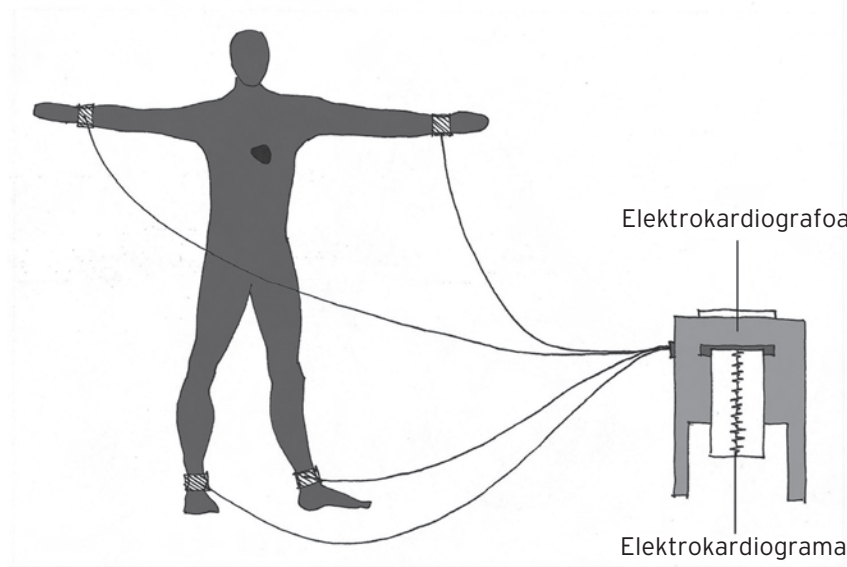
El **duodécimo** y último capítulo, dedicado al **ECG pediátrico**, expone desde los parámetros electrocardiográficos normales en lactantes hasta los electrocardiogramas en algunas cardiopatías congénitas complejas.

Confiamos que esta obra sea de utilidad y contribuya a la difusión del euskara en el medio sanitario, además de proporcionar a las generaciones jóvenes una herramienta sencilla y actualizada para la interpretación clínica útil de la electrocardiografía.

Agradecemos a Osakidetza su colaboración en la edición y difusión de este trabajo, que los autores esperamos poder ampliar con posteriores aportaciones.

LOS AUTORES

Elektrokardiograma



EKG bihotzeko jarduera elektrikoaren erregistroa da. Jarduera hori gorputzaren gainazalera iristen denean, elektrodo batzuek antzeman eta kable bidez erregistroko gailura bidaltzen da (elektrokardiografoa izenekora); aparatu edo gailu honek seinalea anplifikatu egiten du eta orratz inskribatzailea paper milimetratu baten gainean mugiarazten du, EKG idatziz edo inskribatuz.

EKG oso baliagarria da diagnostikorako, izan ere bihotzeko gaitz askok, bihotzaren jarduera elektrikoa aldatzen dutenez, sarritan diagnostikoak izan daitezkeen EKGren alterazioak eragiten dituztelako. Teknika kaltegabea da, sinplea eta kostu gutxikoa, eta hiru parametroren berri ematen digu: boltajea (uhinen anplitudea), iraupena (edo sortzeko behar duten denbora) eta morfologia.

EKGren oinarritzko interpretazioak kontzeptu sinpleak erabiltzea eskatzen du, eta kontzeptu horiei esker diagnostiko elektrokardiografiko gehienak egin daitezke. **EKGren interpretazio aurreratuak**, ordea, (arritmia konplexuen analisirako, esate baterako) kontzeptu konplexuagoak eta zailagoak erabiltzea eskatzen du, eta interpretazioan ere esperientzia edo eskarmentua behar-beharrezkoa da.

El electrocardiograma

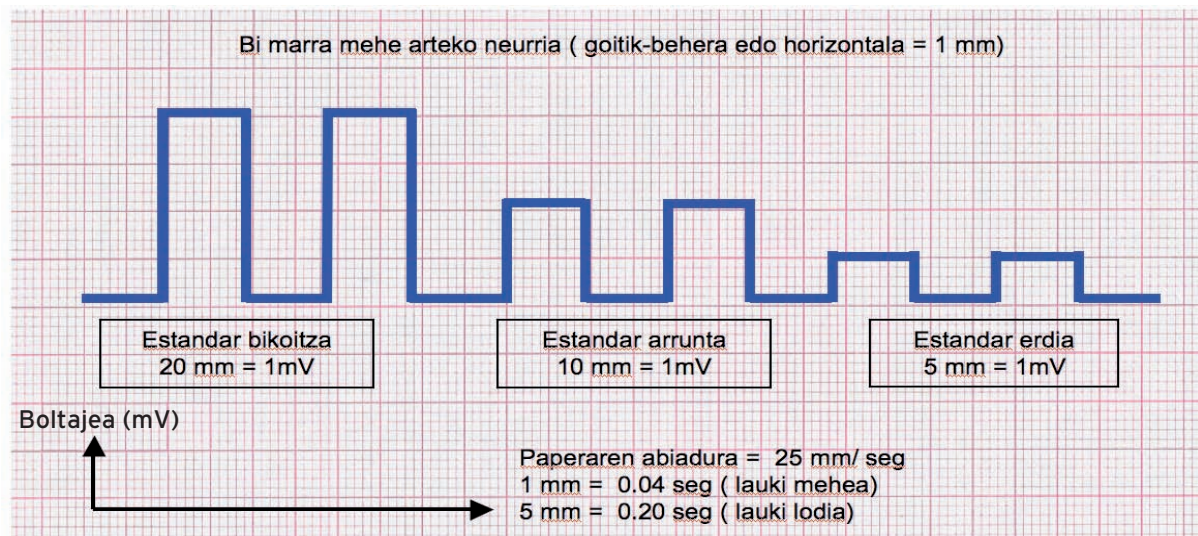
El ECG es el registro de la actividad eléctrica del corazón. Cuando ésta alcanza la superficie corporal, es detectada por unos electrodos y enviada por medio de cables al aparato de registro (electrocardiógrafo); éste amplifica la señal y hace mover la aguja inscriptora sobre un papel milimetrado, inscribiendo el ECG.

La utilidad diagnóstica del ECG se debe a que muchas enfermedades cardíacas, al modificar la actividad eléctrica del corazón, provocan alteraciones del ECG que a menudo son diagnósticas. Se trata de una técnica inocua, sencilla y de escaso coste, que informa sobre tres parámetros: voltaje (amplitud de las ondas), duración (tiempo que tardan en generarse) y morfología.

La **interpretación básica del ECG** requiere el manejo de conceptos simples que permiten acceder a la mayoría de los diagnósticos electrocardiográficos. La **interpretación avanzada del ECG** (para el análisis, por ejemplo, de las arritmias complejas) requiere el manejo de conceptos más complicados y de la experiencia en la interpretación.

EKGren boltajea kalibratzea

La calibración del voltaje del EKG



EKG aurikuletako eta bentrikuluetako zelula miokardiko guztien seinale elektriko batura da. Zelulak atseden elektriko egoeran daudenean lerro basal lau bat agertzen da, eta zelulak, despolarizazio eta errepolarizazio fenomenoak direla medio, elektriko aktibatzen direnean, berriz, konplexu positiboak, negatiboak edo isodifasikoak agertzen dira.

Bihotzak eragindako indar elektrikoek irudikapen bektoriala dute. Norabide bat eta noranzko bat duen magnitudea besterik ez da bektorea. Orratz inskribatzailea gorantz nahiz beherantz desplazatzen da, eragindako potentzialaren magnitudea zer-nolakoa den kontu; paperean inskribatutako deflexioa positiboa izango da bihotz-aktibazio bektorea behaketako deribazioaren polo positibora hurbiltzen denean, eta negatiboa izango da bektore hori polo positibotik urruntzen denean.

Normalean, **bertikalean egindako 1 mm-ko desplazamenduak 1 mV-ko boltajea** esan nahi du; **horizontalean egindako 25 mm-ko desplazamenduak**, aldiz, **segundo 1-eko denbora** esan nahi du. Bi parametro horiek (boltajea eta denbora) aldatu egin daitezke, zehaztasun handiagoz aztertu nahi den informazioaren arabera.

El ECG es la suma de las señales eléctricas de todas las células miocárdicas auriculares y ventriculares. Aparece una línea basal plana cuando las células están en estado de reposo eléctrico y unos complejos positivos, negativos o isodifásicos cuando la célula se activa eléctricamente por los fenómenos de despolarización y repolarización.

Las fuerzas eléctricas generadas por el corazón tienen una representación vectorial. Un vector es una magnitud con una dirección y un sentido. La aguja inscriptora se desplaza hacia arriba o abajo según la magnitud del potencial generado; la deflexión inscrita es positiva o negativa si el vector de activación cardíaca se acerca o aleja del polo positivo de la derivación desde la que es observado.

Habitualmente, el **desplazamiento de 1 mm en vertical** significa **1 mV de voltaje**; el **desplazamiento de 25 mm en horizontal** representa **1 segundo de tiempo**. Ambos parámetros (voltaje y tiempo) pueden ser modificados en función de la información que se desee analizar con mayor precisión.

Mintz zelularren egitura eta funtzioak

Mintz zelularra edo mintz plasmatikoa esaten zaio zelularen kanpoko estalkiari, zitoplasma zelularen kanpoaldetik bereizten duen mintzari. Lipidoz, proteinaz eta gluzidoz osatua dago, eta horien proportzioa aldatu egiten da zelularen funtzioaren arabera.

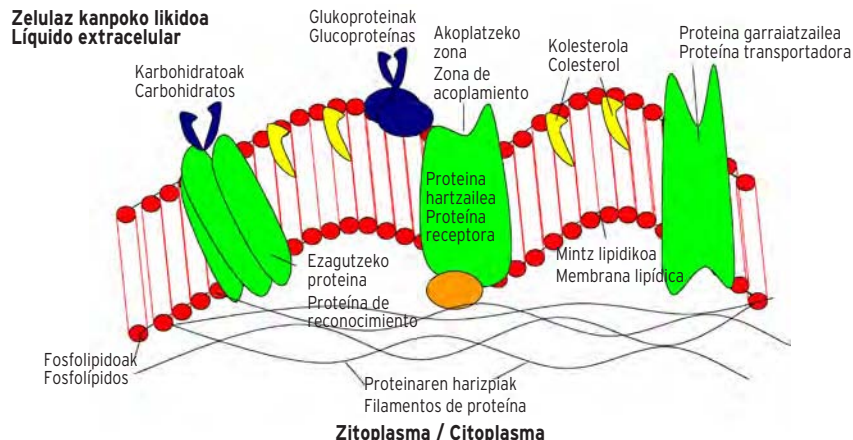
Fosfolipidoak, esfingomielina eta kolesterola dira **lipidoak**; substantzia anfiptikoak direnez, ioientzat nahiko iragazgaitza den lipido-geruza bikoitza osatzen dute, eta horri esker mintzaren alde banatan karga elektrikoaren diferentzia bat mantentzea lortzen da (horri mintzaren potentziala esaten zaio).

Proteinek ere talde hidrofiloak eta hidrofoboak dauzkate, lipidoen geruza bikoitzaren barruan kokatzen dira eta funtzio entzimatikoko konplexuak egiteaz eta substantziak garraiatzeaz arduratzen dira.

Gluzidoak glukolipidoak eta glukoproteinak eratzen dituzte, zelulaz kanpo kokatzen dira eta beste zelula eta antígeno batzuen identifikazio-markatzailerik bezala eta hormona-hartzaile bezala jokatu dute.

Singer eta Nicholson-en mosaiko fluidoaren ereduaren arabera antolatua dagoen zelula-egitura konplexu horrek, zelula barneko eta zelulaz kanpoko espazioen artean substantzien hautazko garraioa egiteko aukera ematen du. Garraio hori izan daiteke:

a) **Garraio pasiboa** (kontzentrazio-gradientearekin esker, energia-gasturik gabe), eta horren barruan difusioa, osmosia eta filtrazioa sartzen dira.



b) **Garraio aktiboa** (kontzentrazio-gradientearen kontra, energia-gastuarekin), primarioa nahiz sekundarioa izan daitekeena. Garraio aktiboaren barruan nabarmentzekoak dira **kaltzio-ponpa**, ioi horren joan-etorriak arautzen dituen, eta **sodio-potasioaren ponpa**, zelulatik sodioa aterarazi eta bertara potasioa sarrarazten duena, energia-gastu handiarekin (ATPak ematen du energia hori). Horrela, zelulaz kanpoko sodio-kontzentrazioak eta zelula barruko potasioarenak altuak dira, izanik kanpoalde elektrikoki positiboa eta zelularen barrualdea, berriz, negatiboa: horri mintzean zeharreko atsedepotentziala esaten zaio. Bihotz-zelula estimulatzen denean, sodioaren kanalak irekitzen dira eta sodioa indarrean sartzen da zelulara, zelularen karga elektrikoa inbertitu egiten da eta mintzean zeharreko ekintza-potentziala sortzen da.

Estructura y funciones de la membrana celular

glucoproteínas, se sitúan en el exterior celular y actúan como marcadores de identificación de otras células y antígenos, y como receptores de hormonas.

Esta compleja estructura celular, organizada según el **modelo del mosaico fluido de Singer y Nicholson**, permite el transporte selectivo de sustancias entre los espacios intra y extracelular.

Este transporte puede ser:

a) **Transporte pasivo** (a favor del gradiente de concentración, sin gasto de energía), que comprende difusión, ósmosis y filtración.

b) **Transporte activo** (en contra del gradiente de concentración, con gasto de energía), que puede ser primario y secundario. Dentro del transporte activo destacan la **bomba de calcio**, que regula el trasiego este ion, y la **bomba de sodio-potasio**, que extrae sodio e introduce potasio en la célula, con gran gasto de energía que proporciona el ATP. De esta manera, las concentraciones extracelulares de sodio e intracelulares de potasio son altas, siendo el exterior eléctricamente positivo y negativo el interior: potencial de reposo transmembrana. Al ser estimulada la célula cardíaca, se abren los canales para el sodio, que penetra masivamente, se invierte la carga eléctrica celular y se origina el potencial de acción transmembrana.

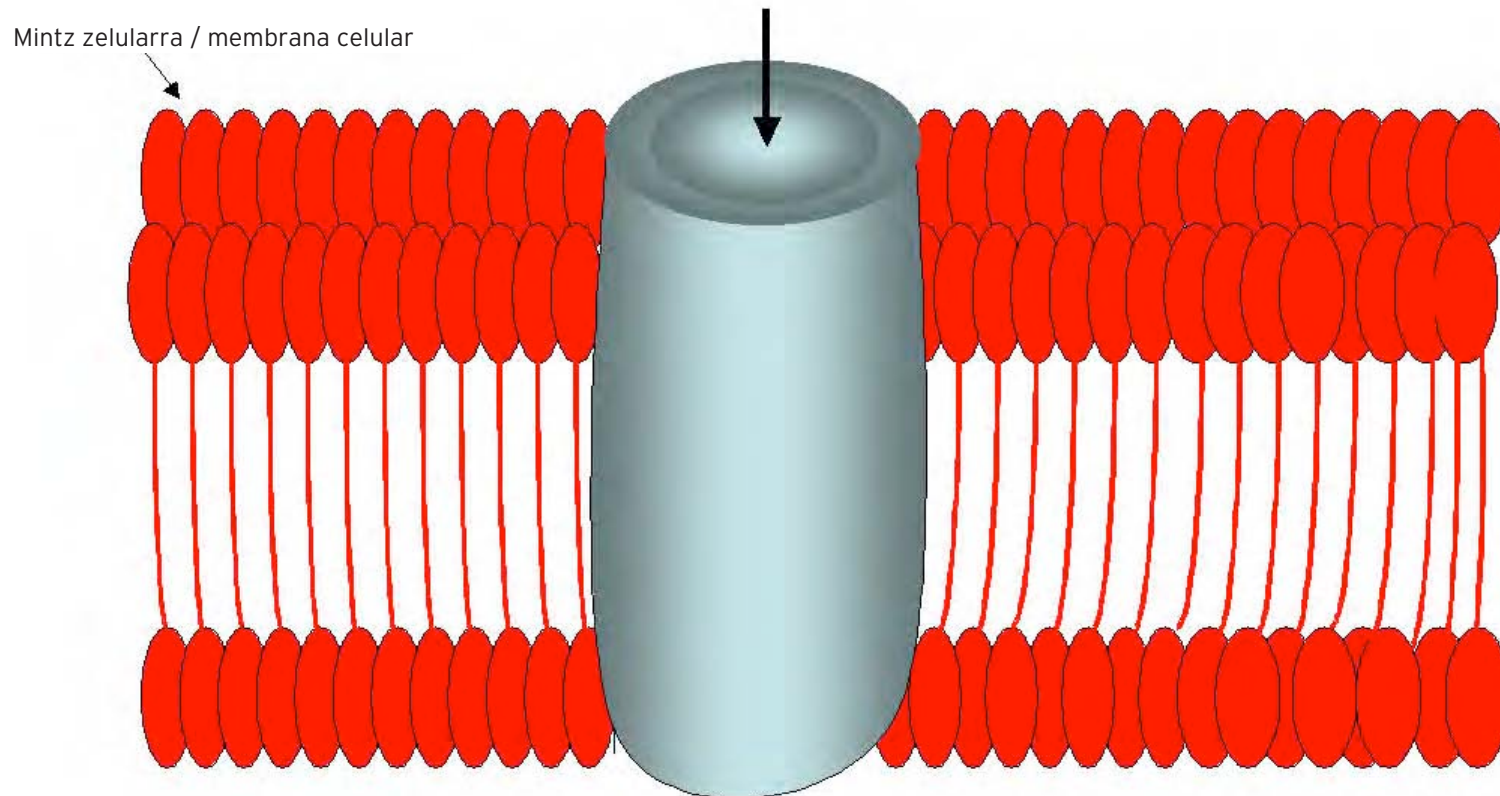
La **membrana celular o membrana plasmática** es la cubierta exterior de la célula, que separa el citoplasma del exterior celular. Está formada por lípidos, proteínas y glúcidos, en proporción variable según la función celular.

Los **lípidos** son fosfolípidos, esfingomielina y colesterol, que al ser sustancias anfipáticas forman una bicapa lipídica poco permeable a los iones, lo que contribuye a mantener una diferencia de cargas a ambos lados de la membrana (potencial de membrana).

Las **proteínas** tienen también grupos hidrófilos e hidrófobos, se sitúan dentro de la bicapa lipídica y realizan complejas funciones enzimáticas y de transporte de sustancias.

Los **glúcidos** forman glucolípidos y

IOIEN KANALAK CANALES IÓNICOS

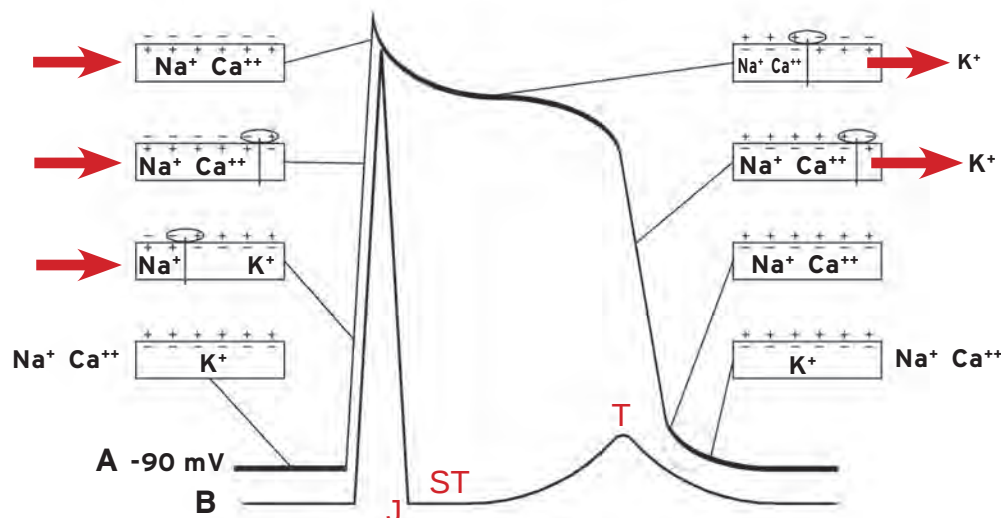


Ioien kanalak: poro moduko batzuk dira, eta hutsarte horietan barrena ioiek mintz zelularra zeharka dezakete norabide batean nahiz bestean. Irudian hain modu sinplean agertzen den egitura hori askoz ere konplexuagoa da errealitatean, ireki edo itxi egin daiteke boltajearen edo denboraren arabera eta diferentea da ioi batetik bestera. **Sodioa, potasioa** eta **kaltzioa** dira bihotzeko zuntzaren ekintza-potentzialaren sorreran, eta bulkada elektrikoaren genesian eta eroapenean esku hartzen duten ioirik garrantzitsuenak.

Canales iónicos: especie de poros a través de los cuales los diferentes iones pueden atravesar la membrana celular en uno u otro sentido. La figura muestra de forma simple una estructura mucho más compleja que puede abrirse y cerrarse según el voltaje o el tiempo y que es diferente para cada ion. **Sodio, potasio y calcio** son los iones más importantemente involucrados en la creación del potencial de acción de la fibra cardíaca y de la génesis y conducción del impulso eléctrico.

Zelula uzkurgarriaren ekintza-potentziala eta horren adierazpen elektrokardiografikoa

Potencial de acción de la célula contráctil y su expresión electrocardiográfica



Zelulara Na^+ eta Ca^{++} sartzeak eta K^+ kanpora irteteak sorrarazten dituzte despolarizazioko nahiz errepolarizazioko fenomenoak: zelula barruko eta zelulaz kanpoko aldaketa ionikoak, atsedeneko potentziala/ekintzako potentziala, eszitazioa/uzkurduraren eta uzkurdura/erlaxazioaren akoplamendua (sistolea / diastolea)

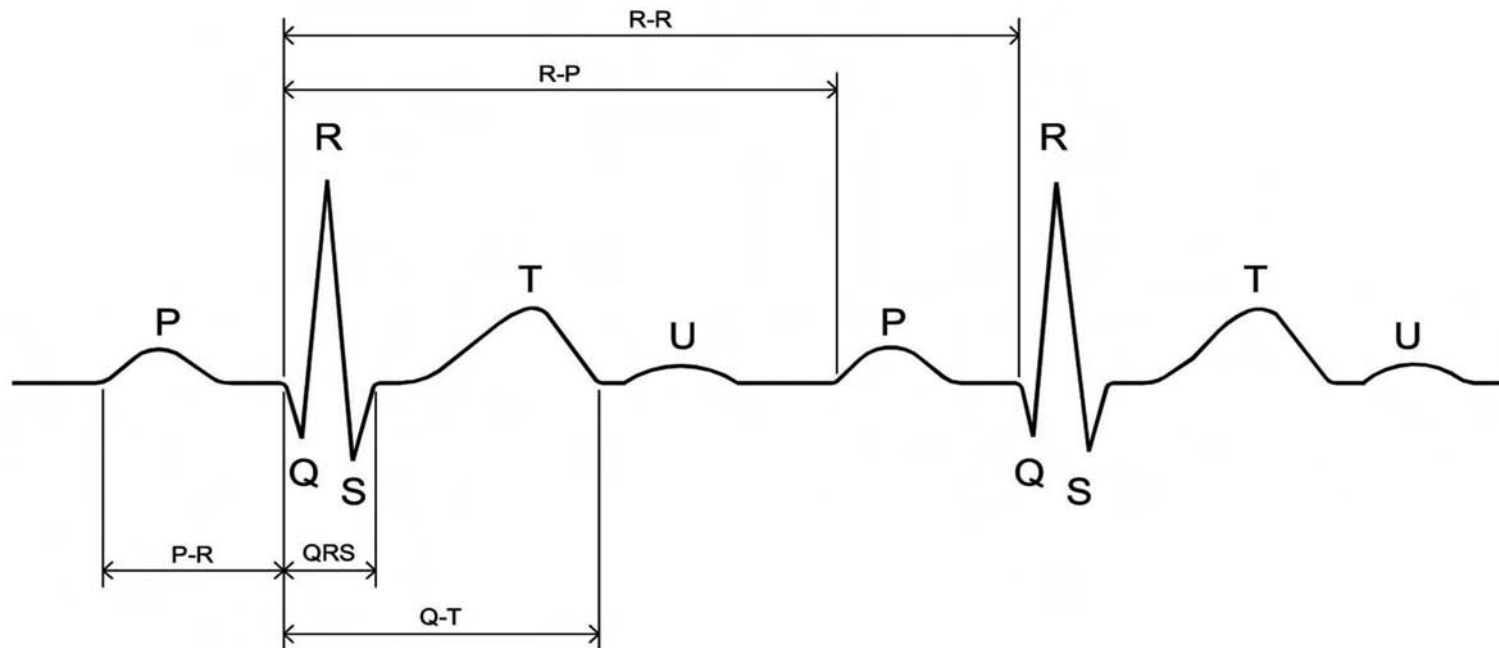
Bihotzeko zelulak **kitzikagarriak** dira, alegia gai dira hainbat estimuluri erantzuteko, eta horrela erantzun bat sortzen da: ekintza-potentziala. Bihotzeko zelula batzuek (eszitazio/eroapeneko sistema berezia osatzen dutenek, hain zuzen ere) **automatismoa** dute, bestela esanda gai dira euren ekintza-potentzial propioak modu espontaneoan sortzeko. Eszitazioa bihotz osora zabaltzen da modu homogeneo, kontrolatu eta erritmikoan (**kronotropismoa**), intentsitate jakin eta zehatzeko uzkurdura bat sortzeko (**inotropismoa**).

La entrada de Na^+ y Ca^{++} a la célula y la salida de K^+ configuran los fenómenos de despolarización/repolarización: variaciones iónicas intra y extracelulares, potencial de reposo/potencial de acción, acoplamiento excitación-contracción y contracción-relajación (sístole/diástole).

Las células cardíacas tienen **excitabilidad**, es decir, son capaces de responder a diversos estímulos generando una respuesta: el potencial de acción. Algunas células cardíacas (las del sistema específico de excitación-conducción) tienen **automatismo** o capacidad de generar de forma espontánea sus propios potenciales de acción. La excitación se propaga a todo el corazón de forma homogénea, controlada y rítmica (**cronotropismo**), para generar una contracción de una intensidad concreta (**inotropismo**).

EKGren uhinak eta tartekak

Ondas e intervalos del ECG



Estimulu elektrikoak aurrera egiten duen heinean, **bihotzeko egituren ondoz ondoko aktibazioa** eragiten da, jarraian edo sekuentzialki: nodulu sino-aurikularra, aurikularra, nodulu aurikulobentrikularra (AB), His-Purkinje sistema eta bentrikuluko miokardioa, bi bentrikuluak modu sinkronikoan uzurtuz.

Egitura bakoitzaren aktibazioak egitura horren beraren despolarizazio/errepolarizazioaren fenomeno elektriko eskatzen du aurrez, eta horrek ekarriko du gerora uzurdura/erlaxazioaren gertaera edo fenomeno mekanikoa.

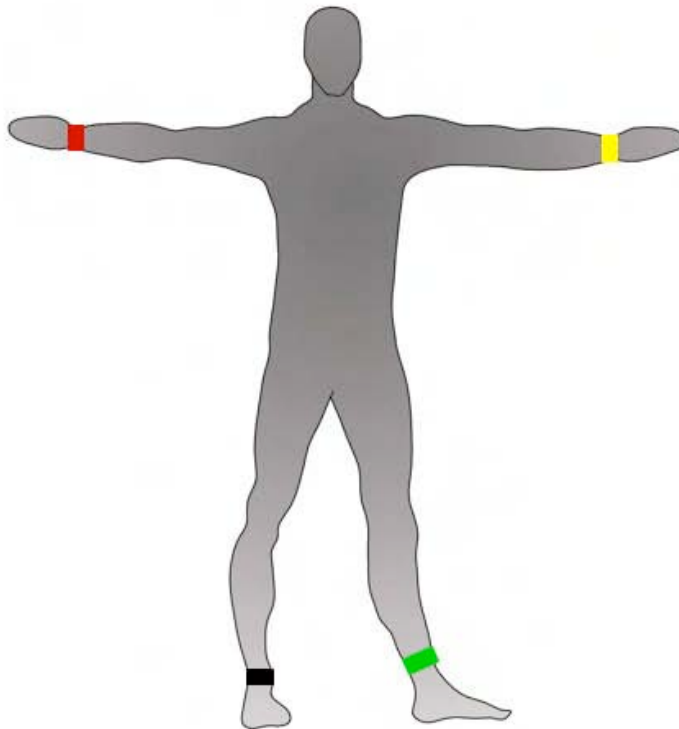
EKG aipatutako gertakizun elektriko horien erregistroa da, eta ezkerreko bentrikuluaren pareta libreko zona batean kokatutako elektrodo batetik irudian agertzen den itxuraren antzeko morfologia du (ikus deflexioen deskribapena "EKG normala" izeneko atalean).

A medida que el estímulo eléctrico avanza, origina la **activación consecutiva de las estructuras cardíacas** de forma secuencial: nódulo sino-auricular, aurículas, nódulo auriculoventricular (AV), sistema His-Purkinje y miocardio ventricular, contrayéndose ambos ventrículos de forma sincrónica.

La activación de cada estructura implica un fenómeno eléctrico previo de despolarización/repolarización de la misma que dará lugar al fenómeno mecánico de la contracción/relajación.

El registro de dichos acontecimientos eléctricos es el ECG, que, desde un electrodo situado en la zona de la pared libre del ventrículo izquierdo, presenta una morfología como la de la figura (ver descripción de las deflexiones en el capítulo "El ECG normal")

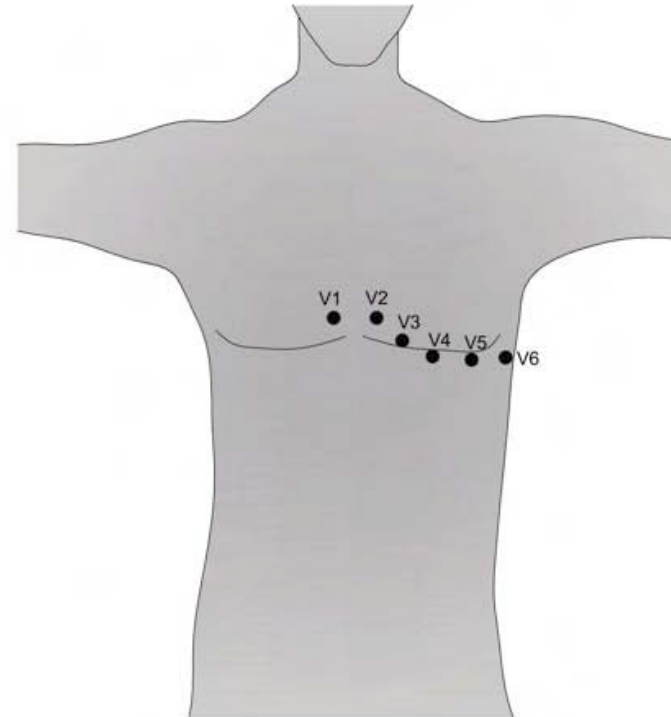
Elektrodoen kokapena



Bihotzaren jarduera elektrikoa erregistratzeko, **erregistroko elektrodo** batzuk (metalezko plakak dira) jartzen dira gorputzeko hainbat ataletan. Behin elektrodo horiek kable bidez **erregistroko aparatuarekin** konektatu ondoren, **deribazio elektrokardiografiko** esaten zaienak lortu ahal izango ditugu.

Gorputz-adarretako elektrodoak eskumuturretan eta orkatiletan jartzen dira, alde zurretik hitzartutako kolore-kode baten arabera. **Bihotz aurreko elektrodoak**, berriz, laugarren eta bosgarren saihestarteko espazioetan jartzen dira.

Colocación de los electrodos



Para registrar la actividad eléctrica del corazón se colocan unos **electrodos de registro** (placas metálicas) en la superficie corporal, los cuales, conectados con cables al **aparato de registro**, permiten obtener las llamadas **derivaciones electrocardiográficas**.

Los **electrodos de las extremidades** se colocan en muñecas y tobillos según un código convencional de colores. Los **electrodos precordiales** se colocan en los espacios intercostales cuarto y quinto.

Elektrodoen kokapena (II)

Gorputz-adarretako elektrodoak. Gorputz-adarretako deribazioak (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF) erregistratzen dituzte.

Gorputz-adar batean elektrodo positiboa eta bestean negatiboa jartzen badira, DI, DII eta DIII deribazioak erregistratzen dira. Elektrodo miaztailea gorputz-adar batean lotzen bada eta indiferentea beste bietan aldi berean, gorputz-adarretako deribazio handituak lortzen dira, aVR, aVL eta aVF. Gorputz-adarretako elektrodoek **plano frontala miatzen dute**.

- Elektrodo gorria: eskuineko eskumuturrean
- Elektrodo horia: ezkerreko eskumuturrean
- Elektrodo beltza: eskuineko orkatilan
- Elektrodo berdea: ezkerreko orkatilan

Bihotz aurreko elektrodoak. Plano horizontala miatzen dute. Bihotz aurreko deribazioak (V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆) erregistratzen dituzte.

- V₁: eskuineko 4. saihestarteko espazioan, bularrezurraren ondoan
- V₂: ezkerreko 4. saihestarteko espazioan, bularrezurraren ondoan
- V₃: V₂ eta V₄ deribazioen arteko erdiko puntuan
- V₄: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, lepauztaiaren erdiko lerroan
- V₅: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, besapearen aurreko lerroan
- V₆: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, besapearen erdiko lerroan

Errutinazko EKGk aipatutako elektrodoekin lortutako **12 deribazioak** hartzen ditu kontuan. Batzuetan **beste deribazio batzuk** erabiltzen dira: V₃R edo V₄R (pediatrian eta eskuineko bentrikuluaren infartuetan), hestegorriko deribazioak edo atzeko deribazio torazikoak. Azken horiek horrela kokatzen dira:

- V₇: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, besapearen atzeko lerroan
- V₈: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, sorbalda-hezurraren beheko angeluaren parean
- V₉: ezkerreko 5. saihestarteko espazioan, ezkerreko lerro parabertebrlean

Colocación de los electrodos (II)

Electrodos de las extremidades. Registran las **derivaciones de los miembros: DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF.**

Si se colocan en un miembro el electrodo positivo y en el otro el negativo, se registran las derivaciones DI, DII y DIII. Si el electrodo explorador se conecta a un miembro y el indiferente a los otros dos simultáneamente, se obtienen las derivaciones aumentadas de las extremidades aVR, aVL y aVF. Los electrodos de las extremidades **exploran el plano frontal**.

- Electrodo rojo: muñeca derecha
- Electrodo amarillo: muñeca izquierda
- Electrodo negro: tobillo derecho
- Electrodo verde: tobillo izquierdo

Electrodos precordiales. Exploran el plano horizontal. Registran las **derivaciones precordiales: V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆**

- V₁: 4º espacio intercostal derecho, junto al esternón
- V₂: 4º espacio intercostal izquierdo, junto al esternón
- V₃: punto medio entre V₂ y V₄
- V₄: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea medio-clavicular
- V₅: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar anterior
- V₆: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar media

El EKG rutinario consta de las **12 derivaciones** obtenidas con los electrodos descritos. A veces se usan **otras derivaciones: V₃R, V₄R** (en pediatría y en infartos de ventrículo derecho), las derivaciones esofágicas o las torácicas posteriores. Estas últimas se sitúan así:

- V₇: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar posterior
- V₈: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea del ángulo escapular inferior
- V₉: 5º espacio intercostal izquierdo, en la línea paravertebral izquierda

Deribazioak

Deribazio bipolarrak

DI - DII - DIII

Deribazio monopolarrak

Gorputz-adarretakoak

aVR - aVL - aVF

Bihotz aurrekoak

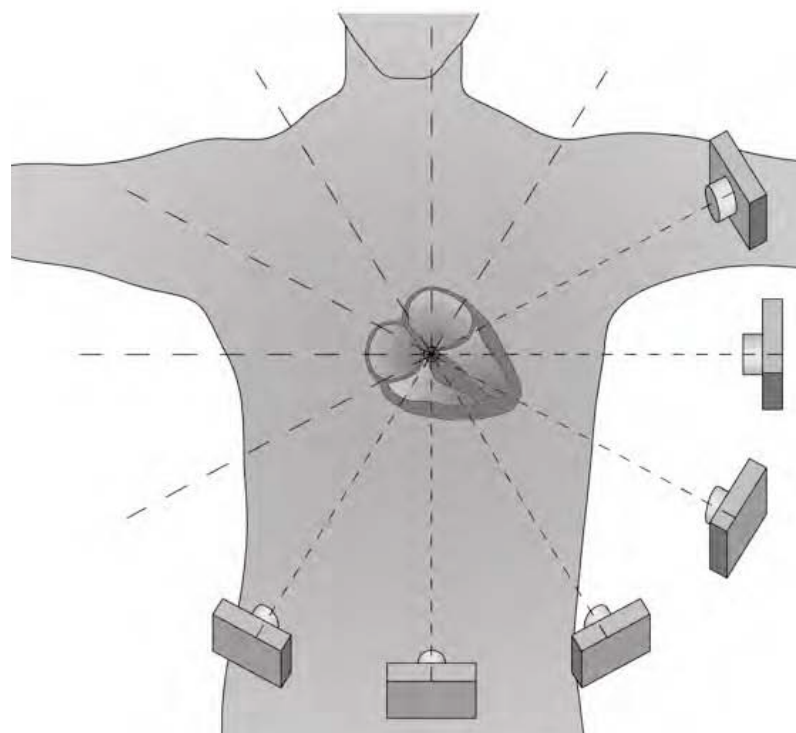
V₁ V₂ V₃ V₄ V₅ V₆

Bihotzaren jardura elektrikoa miatzen direnetik lekuak dira, gorputz-azaleran jarritako elektrodoetatik abiatuz. Lortutako erregistroaren morfologia diferentea da deribazio bakoitzean, bakoitzak jardura elektriko bera bai, baina leku desberdinetik erregistratzen baitu. Deribazioak izan daitezke:

Bipolarrek. Bi poloren (positiboa bata eta negatiboa bestea) **arteko potentzial-diferentzia** erregistratzen dute, eta polo biak elkartzen dituen lerroari deribazioko ardatza edo lerroa esaten zaio. Deribazio-ardatz bakoitzak badu erdi bat positiboa (polo positibotik hurbil dagoena) eta beste erdi bat negatiboa (polo negatibotik gertu dagoena). Hauek dira I, II, III (DI, DII, DIII) deribazioak

Gorputz-adarretako monopolarrak. Gorputz-adarretako potentzial absolutu monopolarrak erregistratzen dituzte eta horiek dira Wilson-en deribazioak (VR, VL, VF), Goldberger-ek zabalduak (aVR, aVL, aVF).

Bihotz aurreko monopolarrak. Bihotz aurreko potentzial monopolarrak erregistratzen dituzte eta bihotz aurreko elektrodoek lortzen dituzte. Letra batekin eta zenbaki batekin izendatzen dira: V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆, baina batzuetan eskuinagoko beste batzuk (V_{3R}, V_{4R}) edo ezkerragokoak (V₇, V₈, V₉) ere erabiltzen dira.



Las derivaciones

Derivaciones bipolares

DI - DII - DIII

Derivaciones monopares

De las extremidades

aVR - aVL - aVF

Precordiales

V₁ V₂ V₃ V₄ V₅ V₆

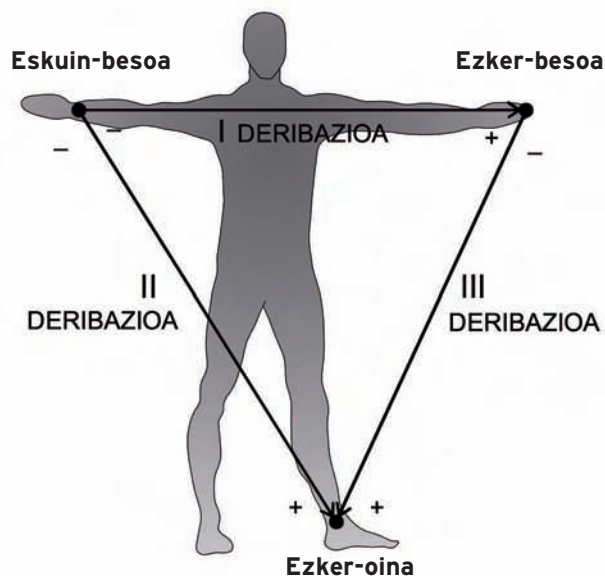
Son los **lugares desde donde se explora la actividad eléctrica cardíaca**, obtenidas a partir de los electrodos colocados en la superficie corporal. La morfología del registro obtenido es diferente en cada derivación, ya que cada una registra la misma actividad eléctrica pero desde distintos sitios. Las derivaciones pueden ser:

Bipolares. Registran la **diferencia de potencial entre dos polos**, positivo y negativo, llamándose eje o línea de derivación a la línea que une ambos polos. Cada eje de derivación tiene una mitad positiva (la próxima al polo positivo) y una mitad negativa (la próxima al polo negativo). Son las derivaciones I, II, III (DI, DII, DIII)

Monopares de las extremidades. Registran los **potenciales absolutos monopares de los miembros** y son las derivaciones de Wilson (VR, VL, VF) ampliadas por Goldberger (aVR, aVL, aVF).

Monopares precordiales. Registran los potenciales monopares precordiales y son las obtenidas por los electrodos precordiales. Se designan con una letra y un número: V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆, aunque a veces se usan también otras más derechas (V_{3R}, V_{4R}) o más izquierdas (V₇, V₈, V₉).

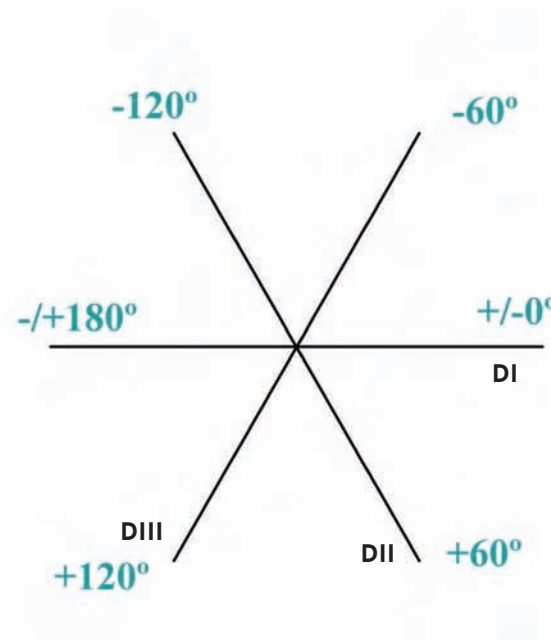
Einthoven-en triangelua, deribazio bipolarrak eta Bailey-ren sistema triaxiala



Einthoven-en triangelua. Hiru deribazio bipolarrekin eratutako silueta: DI-DII-DIII (D1-D2-D3). Triangeluaren hiru aldeak (deribazio bipolarrak) zentrorra (bihotzera) desplazatuz, Bailey-ren sistema triaxiala lortzen da (eskuinean), eta horrek plano frontala 60°-ko 6 eremu edo angelutan zatitzen du (**Bailey-ren sestanteak** esaten zaie).

DI deribazioaren zati positiboa 0°-ri dagokiola onartzen da, DII-ren zati positiboa, berriz, +60°-ri eta DIII-ren zati positiboa +120°-ri. Hiru deribazio bipolarren zati negatiboak +/- 180°, -120° eta -60° posizioetan kokatzen dira DI, DII eta DIII-rentzat, hurrenez hurren. Bailey-ren sestante bakoitzak, beraz, 60° hartzen ditu.

Triángulo de Einthoven, derivaciones bipolares y sistema triaxial de Bailey

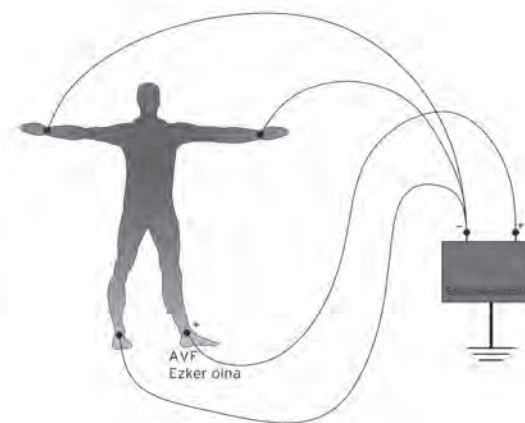
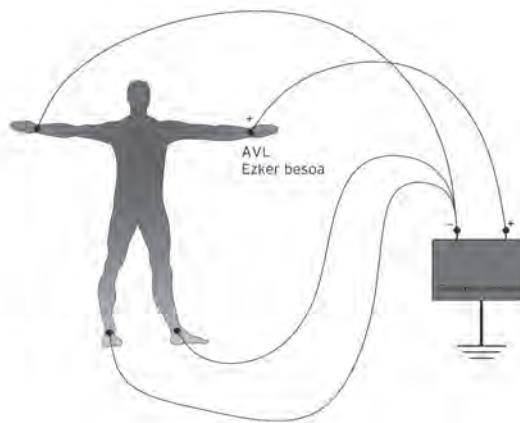
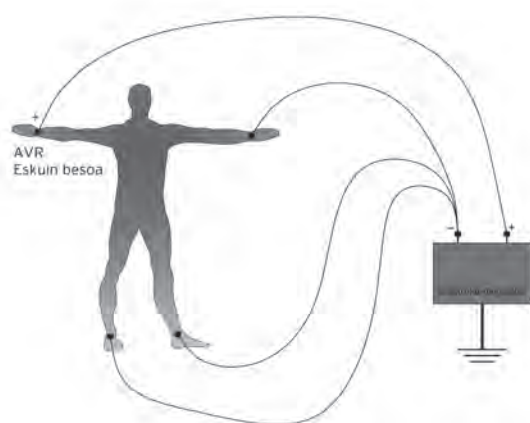


Triángulo de Einthoven. Silueta con las tres derivaciones bipolares: DI-DII-DIII (D1-D2-D3). Desplazando los tres lados del triángulo (derivaciones bipolares) al centro (corazón) se obtiene el sistema triaxial de Bailey (derecha), que divide el plano frontal en 6 áreas o ángulos de 60° cada uno (**sextantes de Bailey**).

Se considera que la parte positiva de DI corresponde a 0°, la parte positiva de DII a +60° y la parte positiva de DIII a +120°. Las partes negativas de las tres derivaciones bipolares se sitúan a +/- 180°, -120° y -60° para DI, DII y DIII, respectivamente. Cada sextante de Bailey comprende, por tanto, 60°.

Gorputz-adarretako deribazio monopolarrak:
Wilson-en deribazioak eta Goldberger-en zabalpena edo anplifikazioa

Derivaciones monopolares de extremidades:
Derivaciones de Wilson y ampliación de Goldberger



Gorputz-adarretako deribazio bipolarrek potentzial-diferentziak bakarrik erregistratzen dituzte, eta ez, ordea, gune edo puntu zehatz baten potentzial garbia. **Wilson-ek**, Einthoven-en triangeluaren 3 erpinak 5.000 ohmio-ko erresistentzien bidez azkenburuko zentral bati lotuz, zero potentziala erdietsi zuen zentral terminal horretan. Eta elektrodo esploratzailea eskuineko besora (R), ezkerreko besora (L) edota ezkerreko zangora lotuz (F), gorputz-adarretako **potentzial absolutu monopolarrak** lortu zituzten: **VR-VL-VF deribazioak**, hain zuzen ere.

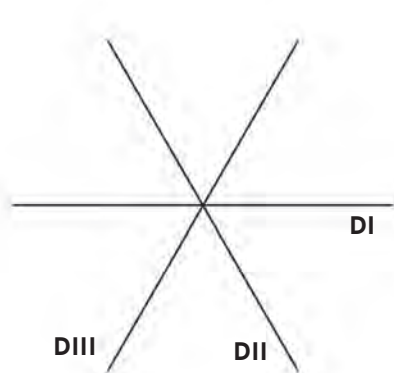
Goldberger-ek aldatu egin zuen Wilson-en sistema eta deribazio horien bultajea % 50ean anplifikatu zuen, **aVR-aVL-aVF** deribazioak lortuz era horretan.

Las derivaciones bipolares de las extremidades registran sólo diferencias de potencial y no el potencial neto de un punto concreto. **Wilson**, uniendo los 3 vértices del triángulo de Einthoven (por medio de resistencias de 5.000 ohmios cada una) a una central terminal, obtuvo en dicha central un potencial cero. Y conectando el electrodo explorador al brazo derecho (R), brazo izquierdo (L) y pierna izquierda (F), obtuvieron los **potenciales absolutos monopolares** de las extremidades: **derivaciones VR-VL-VF**.

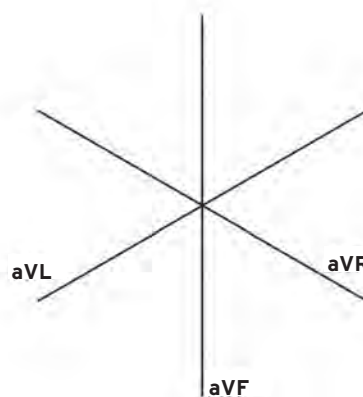
Goldberger modificó el sistema de Wilson y amplificó el voltaje de estas derivaciones en un 50%, obteniendo las derivaciones **aVR-aVL-aVF**.

Bailey-ren sistema hexaxiala

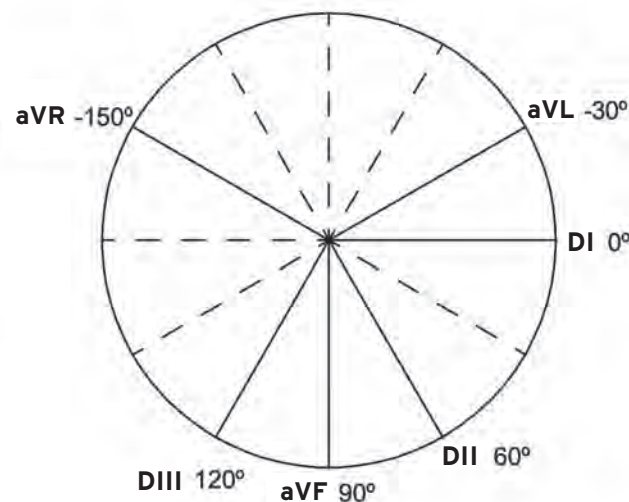
Sistema hexaxial de Bailey



Sistema triaxiala
Sistema triaxial



Gorputz-adarretako monopolarrak
Monopoles de extremidades



Sistema hexaxiala
Sistema hexaxial

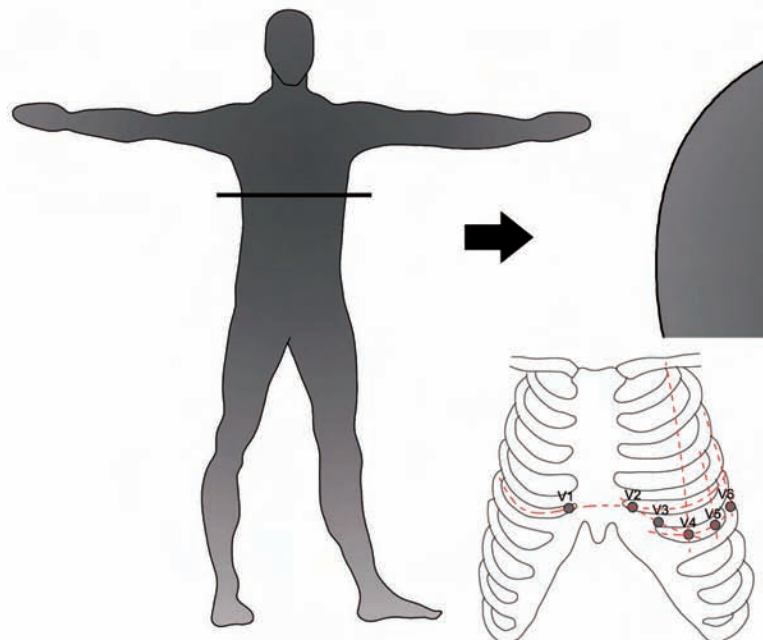
Bailey-ren sistema triaxialari aVR, aVL eta aVF deribazioen ardatzak gehituz gero, eta 6 ardatzak bihotzaren erdi-erdian gurutzatzea lortuz gero, plano frontaleko 6 deribazioak irudi bakarrean lortuko ditugu, **(Bailey-ren sistema hexaxiala esaten zaio)**.

DI deribazioaren zati positiboa 0°-ra kokatua dago, DII-ren zati positiboa, berriz, +60°-ra eta DIII-ren zati positiboa +120°-ra; aVR-ren zati positiboa, aldiz, -150°-ra kokatzen da, aVL-ren zati positiboa -30°-ra eta aVF-ren zati positiboa, azkenik, +90°-ra. Bailey-ren sistema hexaxialean, ordea, 30°-ko angeluek banatzen dituzte plano frontaleko sei deribazioak (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF) bata bestearengandik.

Añadiendo al sistema triaxial de Bailey los ejes de las derivaciones aVR, aVL y aVF, de manera que los 6 ejes se crucen en el centro del corazón, obtenemos en una figura las 6 derivaciones del plano frontal, **(sistema hexaxial de Bailey)**.

La parte positiva de DI está situada a 0°, la parte positiva de DII a +60°, la parte positiva de DIII a +120°, la parte positiva de aVR a -150°, la parte positiva de aVL a -30° y la parte positiva de aVF a +90°. En el sistema hexaxial de Bailey, las seis derivaciones del plano frontal (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF) están separadas entre sí por ángulos de 30°.

Bihotz aurreko deribazio monopolarrak

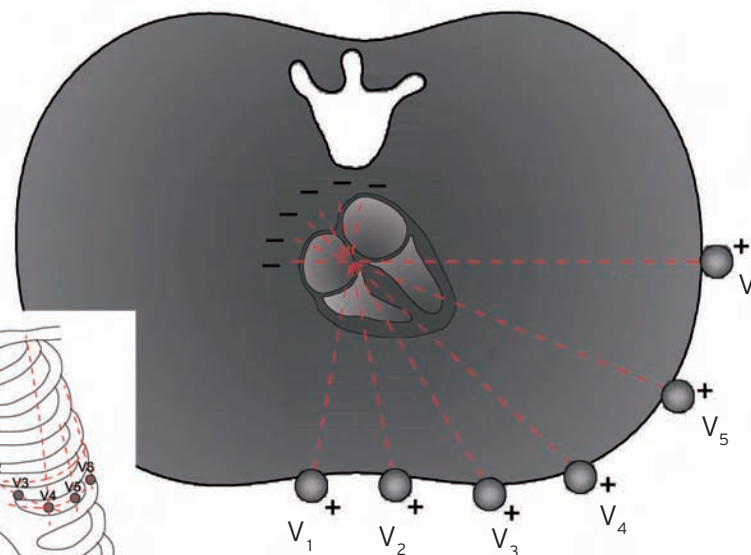


Bihotza **hiru dimentsiotako organoa** da eta gorputz-adarretako deribazio bipolarrek (DI-DII-DIII) eta monopolarrek (aVR-aVL-aVF) plano frontala aztertzen edo esploratzen duten bitartean, **bihotz aurreko deribazioek** (V_1 - V_2 - V_3 - V_4 - V_5 - V_6) **plano horizontala** esploratzen dute.

Bihotz aurreko deribazioek ere badute beren zati positiboa eta zati negatiboa (bihotzaren erdiguneko zentral terminala). Deribazio bakoitzaren polo positiboa bihotz aurreko elektrodo bakoitza jartzen den lekuan kokatzen da. Plano horizontal honetan, V_1 -en polo positiboa $+120^\circ$ -ra dago, V_2 -rena $+90^\circ$ -ra, V_3 -rena $+75^\circ$ -ra, V_4 -rena $+60^\circ$ -ra, V_5 -ena $+30^\circ$ -ra eta V_6 -rena 0° -ra. V_3R -en polo positiboa, berriz, $+135^\circ$ -ra dago kokatua. Eta polo negatiboak polo positiboetatik 180° -ra daude.

Deskribatutako hamabi deribazio horiek (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF, V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , V_6) erabili ohi dira sistematikoki elektrokardiografia kliniko konbentzionalean.

Derivaciones monopolares precordiales

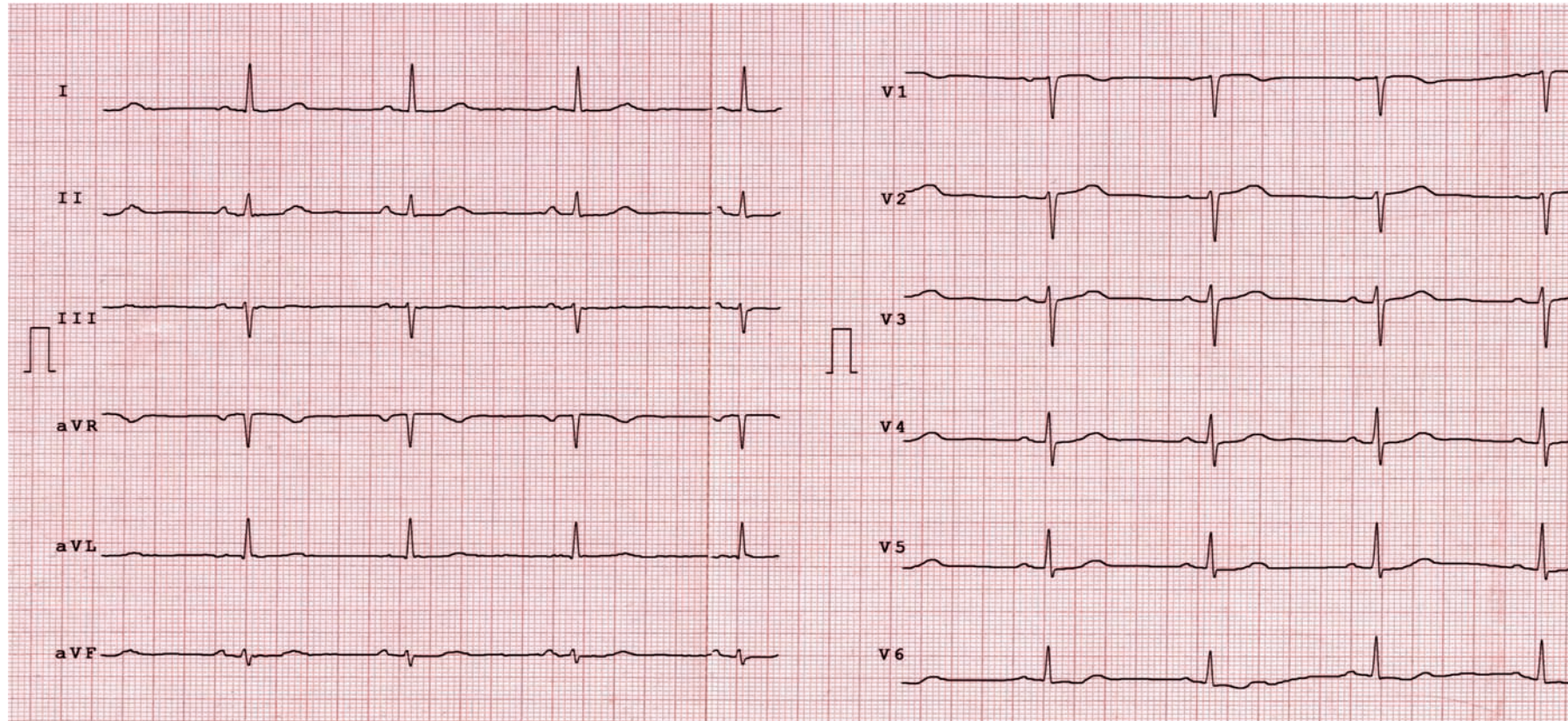


El corazón es un **órgano tridimensional** y mientras las derivaciones bipolares (DI-DII-DIII) y monopolares de extremidades (aVR-aVL-aVF) exploran el plano frontal, las **derivaciones precordiales** (V_1 - V_2 - V_3 - V_4 - V_5 - V_6) exploran el **plano horizontal**.

Las derivaciones precordiales tienen también una parte positiva y una parte negativa (central terminal del centro del corazón). El polo positivo de cada derivación se sitúa en el lugar donde se coloca cada electrodo precordial. En este plano horizontal, el polo positivo de V_1 está a $+120^\circ$, el de V_2 a $+90^\circ$, el de V_3 a $+75^\circ$, el de V_4 a $+60^\circ$, el de V_5 a $+30^\circ$ y el de V_6 a 0° . El polo positivo de V_3R está a $+135^\circ$. Los polos negativos están a 180° de los positivos.

Las doce derivaciones descritas (DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF, V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , V_6) son las empleadas sistemáticamente en la electrocardiografía clínica convencional.

Elektrodoak behar bezala jarrita lortzen den EKG



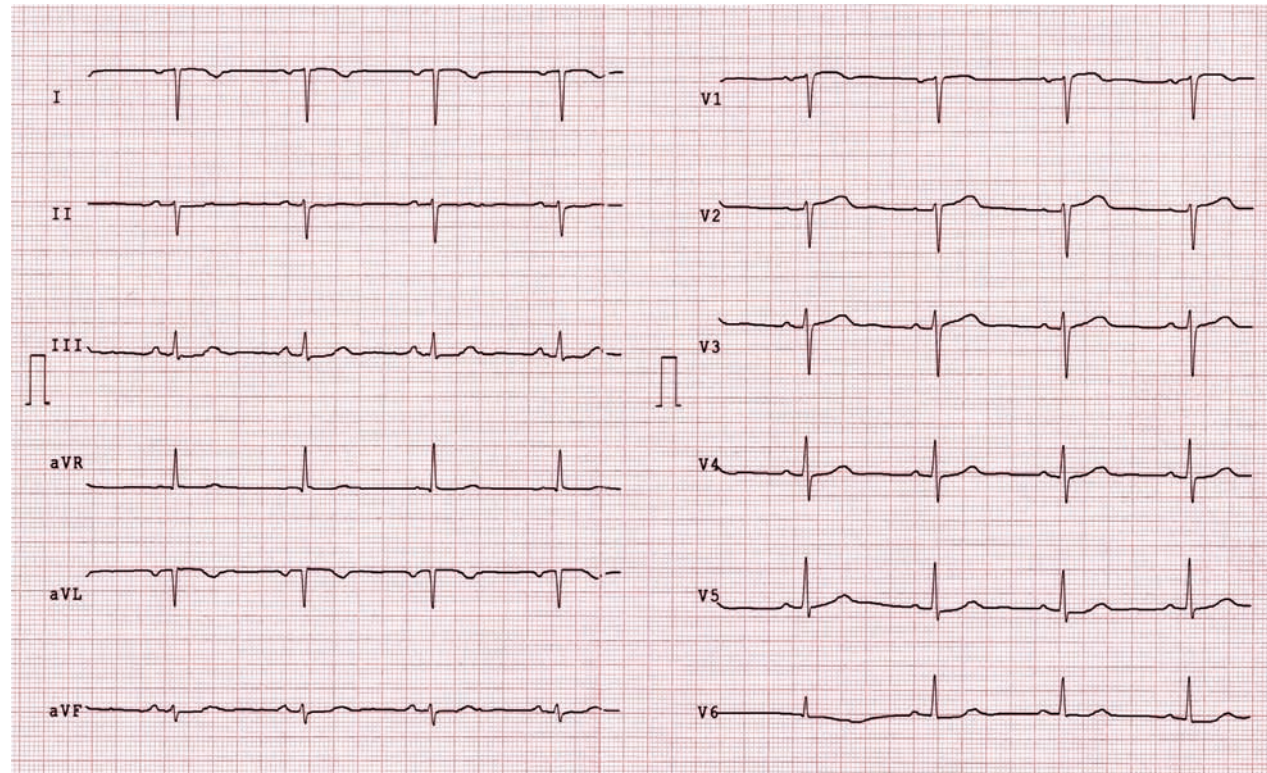
ECG obtenido con los electrodos correctamente colocados

EKGren interpretazio zehatzak ezinbestean eskatzen du **elektrodoak behar bezala jarriak** egotea gorputzaren azaleran, kasu honetan gertatzen den bezala. Erreparatu DI eta aVL deribazioek QRS tartearen deflexio positiboak inskribatzen dituztela, aVR deribazioak deflexio negatiboa inskribatzen duen bitartean. P uhinak ere positiboak dira DII deribazioan eta negatiboak, aldiz, aVR deribazioan.

Una interpretación precisa del ECG exige que los **electrodos** estén **correctamente colocados** en la superficie corporal, como ocurre en este caso. Obsérvese que DI y aVL inscriben deflexiones del QRS positivas, en tanto que aVR inscribe deflexión negativa. También las ondas P son positivas en DII y negativas en aVR.

Besoetako elektrodoak elkar aldatu ondoren lortutako EKG

ECG obtenido con los electrodos de los brazos cambiados entre sí



Plano frontaleko erregistroetan egin ohi den akatsik ohizkoena **elektrodoetako bi alderantziz jartzea** izaten da, besoetakoak bereziki, eta kasu horretan irudian ikus daitekeen erregistroa lortuko dugu.

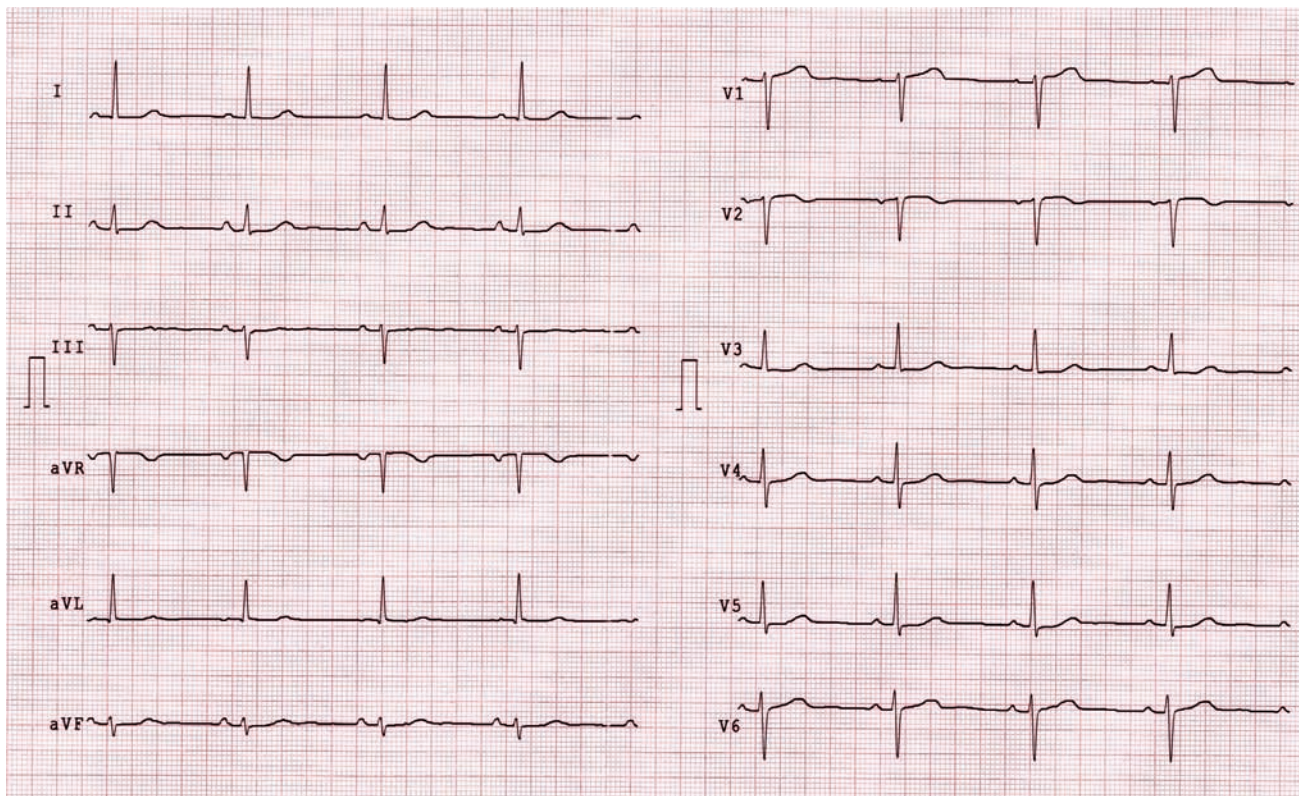
Aurreko kasuaren adibide berean, erreparatu DI eta aVL deribazioak negatiboak direla (lehen positiboak ziren), orain aVR positiboa den bitartean (lehen negatiboa zen). DII eta DIII deribazioak elkar aldatuak daude, aVR eta aVL deribazioekin gertatzen den bezala. aVF deribazioak eta bihotz aurrekoak ez dira aldatzen. P uhinak positiboak dira aVR deribazioan.

El error más común de los registros del plano frontal consiste en la **colocación inversa de dos de los electrodos**, particularmente los de los brazos, lo que da lugar al registro de la figura.

En el mismo ejemplo del caso anterior, obsérvese que DI y aVL son ahora negativos (antes positivos), en tanto que aVR es ahora positivo (antes negativo). Las derivaciones DII y DIII están intercambiadas entre sí, al igual que aVR y aVL. Las derivaciones aVF y precordiales no cambian. Las ondas P son positivas en aVR.

Bihotz aurreko elektrodoak elkar aldatu ondoren lortutako EKG

ECG obtenido con los electrodos precordiales intercambiados



V_1 eta V_2 deribazioak elkar aldatuak daude, eta baita V_3 eta V_6 deribazioak ere. Ikusi, era berean, R uhinak bihotz aurreko deribazioetan egiten duen progresio anormala.

Hala ere, plano horizontaleko deribazioen erregistroan egin ohi den akatsik arruntena elektrodoak euren erreferentziako puntu zehatzetan leku desegokian kokatzea izaten da, eta horrek modu nabarmenean distortsiona dezake deflexioen aurkezpena. Beraz, sistematikoki egiaztatu behar da hamabi elektrodoak leku egokian jarriak daudela.

Las derivaciones V_1 y V_2 están intercambiadas entre sí, las derivaciones V_3 y V_6 están intercambiadas entre sí. Obsérvese la anormal progresión de la onda R en las derivaciones precordiales.

Sin embargo, el error más común en el registro de las derivaciones del plano horizontal es la colocación inexacta de los electrodos en los puntos de referencia precisos, lo que puede distorsionar considerablemente la presentación de las deflexiones. Por tanto, debe comprobarse sistemáticamente la correcta ubicación de los doce electrodos.