

ECG

GIUSEPPE BAGLIANI

ECCG

Presentazione di
ANDREA NATALE

Contributi scientifici di

A. Adorno, F. Angeli, G. Bagliani, M. Bande, C. Bartolini, A. Capestro,
V. Carbone, M. Casella, G. Ciliberti, L. Cipolletta, P. Compagnucci,
D. Corrado, M. D'Ammando, R. De Ponti, A. Dello Russo, I. Diemberger,
F. Drago, D. Garino, G. Gensini, F. Graziano, F. Guerra, F.M. Leonelli,
E.T. Locati, R. Marzullo, M.G. Mastrantuono, F. Notaristefano, M. Padeletti,
C. Pappone, G. Pelargonio, V. Santinelli, L. Sciarra, E. Soura, F.R. Spera,
P.P. Tamborrino, A. Tordini, P. Verdecchia, G. Zingarini, A. Zorzi

PICCIN

Opera coperta dal diritto d'autore - Tutti i diritti sono riservati, inclusi quelli relativi a TDM (text and data mining), al training dell'intelligenza artificiale e/o di tecnologie simili.

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo, compreso l'uso per TDM, training dell'intelligenza artificiale e/o tecnologie simili, o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'Editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'Editore e dell'Autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

AVVERTENZA

Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, benché siano stati compiuti tutti gli sforzi necessari per pubblicare dati e informazioni affidabili, l'Editore non si assume alcuna responsabilità legale per eventuali errori od omissioni contenuti in questo volume. Né l'Editore né gli Autori o Collaboratori possono ritenersi responsabili per qualsiasi conseguenza e/o per qualsiasi lesione o danno a persone, animali o cose derivanti dall'applicazione delle informazioni contenute in quest'opera. L'Editore desidera precisare che qualsiasi opinione espressa in questo libro dai singoli Autori o Collaboratori è personale e non riflette necessariamente il punto di vista/l'opinione dell'Editore. Le informazioni o le indicazioni contenute in questo libro sono destinate all'uso da parte di professionisti del settore sanitario e/o scientifico e sono fornite esclusivamente come integrazione del giudizio del medico o di altri professionisti, della loro conoscenza dell'anamnesi del paziente, delle istruzioni del produttore e delle linee guida appropriate. Qualsiasi informazione o consiglio su dosaggi, procedure o diagnosi deve essere verificata in modo autonomo sotto stretta sorveglianza specialistica e attenendosi alle istruzioni per l'uso e alle controindicazioni contenute nei foglietti illustrativi. Questo libro non indica se un particolare trattamento sia appropriato o adatto a un determinato individuo. In ultima istanza, è responsabilità esclusiva del professionista sanitario formulare il proprio giudizio professionale, in modo da consigliare e trattare i singoli pazienti in modo adeguato.

Il nome di società o prodotti commerciali può corrispondere a ragioni sociali, marchi o marchi registrati ed è utilizzato esclusivamente per l'identificazione da parte del lettore e per la spiegazione dei concetti e dei case studies senza alcun intento pubblicitario o di utilizzo in violazione alla normativa vigente.

ISBN 978-88-299-3548-2

Presentazione

L'elettrocardiogramma rappresenta un simbolo di sintesi tra semplicità e complessità nella medicina moderna. È uno strumento di diagnosi universale, accessibile in qualsiasi angolo del mondo, eppure in grado di fornire una quantità di informazioni straordinaria. La sua esecuzione è immediata: pochi minuti bastano per ottenere un tracciato che, a occhi esperti, può raccontare in modo eloquente la storia di un cuore. Questo libro nasce proprio con l'obiettivo di avvicinare il lettore all'arte e alla scienza dell'interpretazione dell'ECG, rendendola più comprensibile e applicabile nella pratica clinica quotidiana.

Il fascino dell'ECG risiede nella sua capacità di essere, al tempo stesso, uno strumento semplice e complesso. La sua semplicità si manifesta nella rapidità con cui può essere effettuato: è sufficiente posizionare pochi elettrodi per ottenere un'immagine precisa e immediata dell'attività elettrica del cuore. Questa rapidità lo rende indispensabile soprattutto nelle situazioni di emergenza, in cui una diagnosi tempestiva può fare la differenza tra la vita e la morte. Che si tratti di un'aritmia minacciosa, di un infarto miocardico acuto o di un blocco cardiaco, l'ECG è il primo passo verso un trattamento efficace.

Ma l'ECG non è solo uno strumento pratico: è anche una sfida intellettuale. Ogni tracciato racchiude una complessità che invita il medico a riflettere, analizzare e speculare. Per i più appassionati, l'interpretazione dell'ECG diventa quasi un gioco intellettuale, un'occasione per formulare ipotesi non solo sulle anomalie del sistema di conduzione, ma anche sulle condizioni del miocardio e sulle interazioni tra elettricità e meccanica cardiaca. Questo equilibrio tra praticità e profondità teorica rende l'ECG uno strumento unico, capace di soddisfare le esigenze sia di chi cerca risposte rapide sia di chi desidera esplorare le sfumature più complesse della cardiologia.

L'elettrocardiogramma, inoltre, è spesso il punto di partenza per ulteriori approfondimenti diagnostici.

L'evoluzione delle tecniche, dall'ecocardiografia avanzata alle nuove metodiche di risonanza magnetica cardiaca, fino agli studi elettrofisiologici invasivi, ha ampliato enormemente le nostre possibilità di comprendere e trattare le patologie cardiovascolari. Tuttavia, l'ECG rimane la base imprescindibile per la diagnosi, non solo delle principali patologie cardiache, ma

anche di condizioni sistemiche che si riflettono sull'attività elettrica del cuore. È sorprendente constatare come questo esame, semplice e rapido, continui a essere fondamentale per orientare il percorso diagnostico e terapeutico in numerose situazioni. Basti pensare, ad esempio, a come l'ECG ci consente di riconoscere alterazioni caratteristiche in condizioni extra-cardiache, come l'ipotermia, con il classico segno dell'onda di Osborne, o nelle disonie, in cui i cambiamenti nei livelli di potassio o calcio si manifestano con modifiche ben definite del tracciato. Questi esempi sottolineano quanto l'ECG sia uno strumento che va ben oltre il cuore, permettendo di cogliere segnali di squilibrio in tutto l'organismo.

Questo libro si rivolge a una vasta platea di lettori: medici specialisti in cardiologia, medici di medicina generale, internisti, anestesisti e tutti coloro che si confrontano con l'ECG nella loro pratica quotidiana. È stato concepito con un duplice obiettivo: da un lato, fornire le basi teoriche necessarie per comprendere a fondo le origini e le implicazioni di ogni alterazione elettrocardiografica; dall'altro, offrire strumenti pratici per affrontare le sfide cliniche quotidiane. Particolare attenzione è stata dedicata alla diagnosi di tachiaritmie e bradiaritmie, condizioni che spesso richiedono una risposta rapida e mirata.

Ogni capitolo è stato scritto da esperti del panorama medico italiano, che hanno messo a disposizione non solo la loro competenza e la loro esperienza clinica. Gli autori, oltre a essere riconosciuti a livello nazionale e internazionale, condividono un profondo interesse per la didattica e la divulgazione, consapevoli dell'importanza di trasmettere conoscenze pratiche e teoriche alle nuove generazioni di medici. Questo approccio rende il libro non solo un manuale tecnico, ma anche un'opera che riflette la passione e l'impegno di chi ha dedicato la propria vita alla cardiologia.

Un pensiero speciale è dedicato al Professor Giuseppe Oreto, una figura indimenticabile nel panorama cardiologico italiano, il quale è stato un maestro di elettrocardiografia, capace di spiegare con semplicità e chiarezza anche le nozioni più complesse, avvicinando all'ECG generazioni di medici. La sua passione per l'insegnamento è stata una costante fino agli ultimi giorni della sua straordinaria carriera, durante la quale ha sempre trasmesso non solo conoscenze, ma anche entusiasmo e amore per la cardiologia. Questo libro vuo-

le essere, anche, un omaggio alla sua memoria. Ogni pagina è intrisa dello spirito con cui il Professor Oreto affrontava l'insegnamento dell'ECG: un desiderio sincero di condividere il sapere, di stimolare il pensiero critico e di formare medici capaci di affrontare con sicurezza e competenza le sfide cliniche.

L'elettrocardiografia, in fondo, non è solo un'abilità tecnica. È un'arte che richiede intuito, dedizione e, soprattutto, passione. Interpretare un ECG significa andare oltre il tracciato, cercando di comprendere ciò che accade nel cuore del paziente, traducendo quei segni elettrici in diagnosi, decisioni e, in ultima analisi, in cure. Questo libro è stato scritto con l'augurio che ogni lettore possa non solo acquisire competenze, ma anche scoprire o riscoprire la bellezza di questa disciplina.

Ci auguriamo che questo testo possa rappresentare per molti non solo una guida pratica, ma anche una fon-

te di ispirazione. L'elettrocardiografia, come ogni disciplina medica, richiede studio, dedizione e una continua curiosità intellettuale. Speriamo che, leggendo queste pagine, possiate scoprire o riscoprire la passione per questo straordinario strumento diagnostico, che non smette mai di stupirci con la sua capacità di raccontare la vita del cuore.

ANDREA NATALE, MD, FACC, FHRS, FESC

*Direttore Scuola di Specializzazione in Malattie dell'Apparato Cardiovascolare,
Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma*

Direttore U.O.C. di Cardiologia, Policlinico Tor Vergata, Roma

*Executive Medical Director of the Texas Cardiac Arrhythmia Institute
at St. David's Medical Center, Austin, Texas*

HCA National Medical Director, Cardiology, Cardiac Electrophysiology

*Chair of the Cardiac Electrophysiology Operations Council,
Cardiac & Vascular Leadership Council*

Director, Interventional Electrophysiology, Scripps Clinic, CA

Adjunct Professor of Medicine, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio

Prefazione

L'approccio matematico-fisico all'ECG è probabilmente uno dei processi maggiormente razionali della Medicina. L'interpretazione di un ECG, seppur basata sulla semplice correlazione tra onde elettrocardiografiche ed i fenomeni elettrofisiologici della depolarizzazione/ripolarizzazione cardiaca, ha sempre il sapore di scoperta!

Ogni ECG, anche se normale, ha una sua unicità!

L'interpretazione di un'aritmia rappresenta sempre una vera e propria incognita per la cui soluzione finale si deve utilizzare un metodo di lavoro esperto ed in alcuni casi anche delle indagini elettrofisiologiche avanzate. In questi processi non bisogna mai essere superficiali o affrettati pur di raggiungere la diagnosi.

Saper socializzare le ipotesi, i dubbi e le conclusioni sono momenti fondamentali del buon metodo di lavoro dell'interpretazione elettrocardiografica.

L'organizzazione di un metodo interpretativo è essenziale anche nell'insegnamento dell'elettrocardiografia, momento fondamentale della cultura elettrocardiografica, una sorta di missione scientifica in cui tra l'attività clinica e quella didattica si crea un'inscindibile simbiosi.

La simbiosi clinico-didattica fu alla base della nascita del primo Atlante di ECG edito da Piccin nel 2004; un'intuizione vincente dell'editore, un successo per il libro quando con l'avanzamento delle conoscenze elettrofisiologiche e tecnologiche veniva riscoperto il valore dell'ECG di superficie, nei suoi aspetti tradizionali e nei suoi aspetti innovativi.

Negli anni successivi, grazie all'amichevole, geniale intuizione del Professor Padeletti, il metodo già presentato nell'Atlante e nei vari congressi varcava l'oceano con un'esperienza americana e la collaborazione editoriale con il Professor Natale: nasceva così il trio editoriale della "PrecisionElettroCardiology" (Giuseppe Bagliani, Roberto De Ponti e Fabio Leonelli) che si è concretizzato in 5 numeri della prestigiosa rivista internazionale *Cardiac Electrophysiology Clinics*, esperienza editoriale unica che mette l'ECG al centro della scena dai suoi principi alle aritmie bradi-tachicardiche alle aritmie complesse.

Parallelamente alla produzione scientifica nel decennio 2010-2020 è andata diffondendosi la cultura aritmologica di precisione con corsi formativi verso tutte le figure scientifiche che si rifanno all'ECG:

- Congressi Societari di ANMCO, AIAC, SIC-Sport, ARCA e la neo costituita Società Italiana di ECG (SIECG)
- 25 edizioni della Certificazione di Competenza in ECG in Umbria (Spello, PG)
- Corsi Universitari: Medicina Perugia e Medicina San Raffaele, Specializzazione in Cardiologia (Perugia, Ancona), Specializzazione in Medicina dello Sport (Università La Sapienza di Roma), Specializzazione in Medicina di Urgenza (Congresso Nazionale ITEMS, Associazione delle Scuole di Specializzazione Italiane in Medicina di Urgenza)
- Master in Elettrofisiologia dell'Università dell'Insubria Varese.

Tutta questa mole di lavoro clinico e scientifico ha portato alla selezione di materiali (casi clinici, ECG, studi elettrofisiologici) enorme che ha portato all'idea di questo libro!

Ancora una volta, come già con l'Atlante all'inizio degli anni 2000, nel 2020 la Piccin Nuova Libreria manifesta grande sensibilità verso proposte scientifiche accogliendo l'idea di un libro per tutti coloro che vogliono/debbono avvicinarsi all'ECG: un volume unico, un trattato, un manuale, un atlante che, riprendendo i fenomeni fisiologici dalle loro basi, permetta di percorrere un cammino che porti il lettore alla completa autonomia nell'interpretazione e gestione clinica dell'ECG.

Si è voluto ampliare la collaborazione ai massimi personaggi e gruppi di studio italiani (molti di risonanza internazionale) la cui attività scientifica è riconosciuta essere all'apice della cultura elettrofisiologica dei loro specifici settori; molti di loro hanno scritto pagine indelebili dell'elettrofisiologia internazionale.

Ci siamo sentiti onorati dall'accettazione di tutti i personaggi a cui abbiamo chiesto collaborazione!

A tutti loro va il ringraziamento più sentito per aver impreziosito di tanto quest'opera e per aver dedicato il loro preziosissimo tempo!

Onorati della presentazione dell'amico Professor Andrea Natale, "eroe dei Due Mondi".

In un solo libro sono racchiusi gli insegnamenti ed anche i segreti di più libri che parlano lo stesso linguaggio per figure professionali diverse, per propositi diversi: lo studente che lo utilizzerà nel corso di studi lo troverà sicuramente utile nella successiva specializzazione ed ancora nella pratica professionale.

Come leggere questo libro per figure professionali

Studente di Medicina

Può correlare la fisiologia normale con la tecnologia dell'acquisizione ECG e l'approccio alle principali sindromi cliniche (in particolare aritmie ed ischemia).

Medico di Medicina Generale ed Interna

L'elettrocardiografo è lo strumento che deve essere sempre presente nello studio (e nella borsa) del Medico di Medicina Generale perché essenziale nella valutazione iniziale del paziente; il testo fornisce i fondamenti per l'analisi iniziale di un ECG ed i suoi criteri di normalità; fornisce inoltre i principi per l'analisi delle aritmie e della cardiopatia ischemica.

Cardiologo

La diagnosi cardiologica di base è fondata sull'interpretazione dell'ECG ed, in maniera apparentemente paradossale, man mano che ci si avvale di tecnologia più avanzata (laboratoristica e di imaging), anche il valore dell'interpretazione elettrocardiografica aumenta la sua centralità. Questo è vero per il cardiologo ambulatoriale, in Unità di Terapia Intensiva Cardiologica (UTIC) e nelle varie super-specializzazioni:

- *l'aritmologo* trova in questo libro ampia trattazione dei disturbi del ritmo cardiaco dall'ECG di superficie a quello dello studio elettrofisiologico endocavitario; ampio spazio viene dato ai mappaggi di tutte le aritmie correlati con le procedure di ablazione transcateretere;
- *l'emodinamista* ha nella visione coronarica dell'ECG uno strumento diagnostico infallibile, capace di predire sede e severità del danno coronarico;
- *il cardiologo pediatrico* è una figura a sé stante nell'ambito cardiologico ed anche l'ECG deve essere approcciato in maniera superspecialistica; per questo un corposo capitolo è stato dedicato all'interpretazione dell'ECG pediatrico ed uno all'interpretazione delle aritmie pediatriche;
- *il cardiologo genetista* è una nuova figura essenziale in ambito cardiologico, capace di interpretare l'elettrocardiogramma in maniera da orientare l'analisi genetica.

Emergenza e Pronto Soccorso

Il team medico-tecnico-infermieristico deve avere una speciale capacità di interpretare l'ECG: rapidità ed affidabilità sono le due parole d'ordine che in questo libro emergono dall'approccio alla diagnosi differenziale delle aritmie cardiache. Per ottimizzare la terapia in acuto della cardiopatia ischemica, viene introdotto il moderno approccio (OMI/NOMI) che migliora l'approccio convenzionale (STEMI/NSTEMI).

Anestesia-Rianimazione, Nefrologia-Dialisi

I pazienti di tali ambiti hanno costantemente monitorati i loro parametri vitali e tra questi c'è una traccia elettrocardiografica: il libro fornisce le basi per riconoscere gli elementi essenziali dei processi di depolarizzazione/ripolarizzazione e le aritmie cardiache.

Medico dello Sport

Nella realtà italiana, al medico sportivo è affidata la responsabilità della certificazione dello stato di salute dell'atleta finalizzata all'idoneità sportiva agonistica. In età pediatrica tutti i bambini che si avvicinano alle attività ludico-sportive anche non agonistiche devono essere preliminarmente sottoposti ad un ECG. L'accertamento di assenza di patologia cardiovascolare passa per un'analisi dettagliata dell'elettrocardiogramma che può svelare anomalie elettrofisiologiche primitive così come far sospettare la presenza di anomalie dell'anatomia cardiaca. Nel libro è dedicato uno specifico capitolo all'ECG nello sportivo ed uno all'ECG pediatrico.

Bioingegneri, Biologi, Infermieri e Tecnici di Cardiologia

Tutta una serie di figure professionali hanno interesse nella comprensione del tracciato elettrocardiografico.

Ringraziamento personale per aver voluto in maniera così convinta questa opera al Dottor Nicola Piccin e a tutto il fantastico personale della Piccin Nuova Libreria senza la cui pazienza, professionalità e dedizione non avremmo potuto fare tanto.

GIUSEPPE BAGLIANI

Docente di Elettrocardiografia Master di secondo livello in Elettrofisiologia ed Elettrostimolazione Cardiaca, Università dell'Insubria, Varese

*Fellow Aritmologia dell'Associazione Nazionale Medici Cardiologi Ospedalieri
Vicepresidente Società Italiana di Elettrocardiografia*

Autori e Collaboratori

Alex Adorno

Institute of Cardiology, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Policlinico S. Orsola-Malpighi, Bologna, Italy

Fabio Angeli

Dipartimento di Medicina e Innovazione Tecnologica (DiMIT), Università degli Studi dell'Insubria, Varese

Giuseppe Bagliani

*Docente di Elettrocardiografia Master di secondo livello in Elettrofisiologia ed Elettrostimolazione Cardiaca, Università dell'Insubria, Varese
Fellow Aritmologia dell'Associazione Nazionale Medici Cardiologi Ospedalieri
Vicepresidente Società Italiana di Elettrocardiografia*

Marta Bande

*Clinical and Interventional Cardiology Unit, Cardio-Thoracic Center, Istituto Clinico Sant'Ambrogio, Gruppo San Donato, Milan, Italy
Boston Scientific Corporation, Marlborough, MA United States*

Claudia Bartolini

U.O. di Cardiologia, Azienda Ospedaliera di Perugia

Alessandro Capestro

Department of Paediatric and Congenital Cardiac Surgery and Cardiology, AOU delle Marche, Ancona, Italy

Vincenzo Carbone

*Cardiologia Ambulatoriale A.S.L Napoli 3 Sud/ASL Salerno
Consigliere nazionale Società Italiana di Elettrocardiografia*

Michela Casella

*Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University Hospital, Ancona, Italy
Department of Clinical, Special and Dental Sciences, Marche Polytechnic University, Italy*

Giuseppe Ciliberti

Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University Hospital, Ancona, Italy

Laura Cipolletta

Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University Hospital, Ancona, Italy

Paolo Compagnucci

Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University Hospital, Ancona, Italy

Domenico Corrado

*Dipartimento di Scienze Cardio-Toraco-Vascolari e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova
Direttore Master Universitario di II° livello in Cardiologia dello Sport*

Matteo D'Ammando

U.O. di Cardiologia, Aritmologia e Laboratorio di Elettrofisiologia, Azienda Ospedaliera di Perugia

Roberto De Ponti

U.O. di Cardiologia, Ospedale di Circolo - Dipartimento di Medicina e Chirurgia Università degli Studi dell'Insubria, Varese

Antonio Dello Russo

*Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University Hospital, Ancona, Italy
Department of Biomedical Sciences and Public Health, Marche Polytechnic University, Ancona, Italy
Direttore Scuola di Specializzazione in Malattie dell'Apparato Cardiovascolare*

Igor Diemberger

Institute of Cardiology, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Policlinico S. Orsola-Malpighi, Bologna, Italy

Fabrizio Drago

U.O.C. di Cardiologia e Aritmologia, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Palidoro-Roma

Daniele Garino

Institute of Cardiology, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Policlinico S. Orsola-Malpighi, Bologna, Italy

Gianfranco Gensini

*Coordinatore del gruppo "Cardiologia Digitale" dell'ANMCO (Associazione Nazionale dei Medici Cardiologi Ospedalieri)
Fellow della Fondazione Bruno Kessler-Trento*

Francesca Graziano

Dipartimento di Scienze Cardio-Toraco-Vascolari
e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova

Federico Guerra

Cardiology and Arrhythmology Clinic, Marche University
Hospital, Ancona, Italy
Department of Biomedical Sciences and Public Health,
Marche Polytechnic University, Ancona, Italy

Fabio Massimo Leonelli

Staff electrophysiologist and Director Center Clinical
Research James A Haley Veterans Administration Hospital,
Professor of Medicine University South Florida Tampa
Florida

Emanuela T. Locati

UOC di Aritmologia ed Elettrostimolazione,
IRCCS Policlinico San Donato, San Donato Milanese,
Milano

Raffaella Marzullo

Pediatric Cardiology, University of Campania "Luigi Vanvitelli",
Second University of Naples, Monaldi Hospital-AORN
Ospedali dei Colli, Naples, Italy

Maria Giuseppina Mastrantuono

S.C. Cardiologia e UTIC P.O. Foligno-Spoleto, incarico
dipartimentale di cardiologia pediatrica, usl Umbria 2

Francesco Notaristefano

U.O. di Cardiologia, Aritmologia e Laboratorio di
Elettrofisiologia, Azienda Ospedaliera di Perugia
CHU Bordeaux, Service de Cardiologie - Electrophysiology
et Stimulation cardiaque

Margherita Padeletti

S.O.S Cardiologia ed Elettrofisiologia, Santa Maria Nuova
Hospital, Florence, Italy

Carlo Pappone

Direttore Unità Operativa di Aritmologia Clinica e
Laboratorio di Elettrofisiologia, IRCCS Policlinico San Donato,
Milano
Professore Ordinario di Cardiologia Università Vita e Salute
San Raffaele, Milano

Gemma Pelargonio

Dipartimento di Scienze Cardiovascolari, Fondazione
Policlinico Gemelli IRCCS, Roma
Istituto di Cardiologia, Università Cattolica del Sacro Cuore,
Roma

Vincenzo Santinelli

Unità Operativa di Aritmologia Clinica, Laboratorio di
Elettrofisiologia, IRCCS Policlinico San Donato di Milano

Luigi Sciarra

Professore Malattie dell'Apparato Cardiovascolare
Dipartimento di Medicina clinica, sanità pubblica, scienze
della vita e dell'ambiente, Università dell'Aquila
Presidente Società Italiana di Elettrocardiografia

Elli Soura

Cardiology Division, Cardiovascular Department,
AOU delle Marche, Ancona, Italy

Francesco Raffaele Spera

Cardiology Institute, Sant'Andrea University Hospital of Rome
Department of Clinical and Molecular Medicine, Sapienza
University of Rome, Italy

Pietro Paolo Tamborrino

U.O.C. di Cardiologia e Aritmologia, Ospedale Pediatrico
Bambino Gesù, Palidoro-Roma

Alessandra Tordini

Dipartimento Cardio-Toraco-Vascolare, S.S.D. di Aritmologia
Clinica e Interventistica, Azienda Ospedaliera Santa Maria,
Terni

Paolo Verdecchia

Associazione Umbra Cuore e Ipertensione e Struttura
Complessa di Cardiologia, Ospedale S. Maria della
Misericordia, Perugia

Gianluca Zingarini

U.O. di Cardiologia, Aritmologia e Laboratorio di
Elettrofisiologia, Azienda Ospedaliera di Perugia

Alessandro Zorzi

Dipartimento di Scienze Cardio-Toraco-Vascolari
e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova

Indice degli argomenti

Sezione 1

L'elettrocardiogramma normale

- 1** • Elettrofisiologia del cuore in toto 3
- 2** • ECG di superficie. 21
- 3** • I meccanismi ionico-cellulari della elettrofisiologia cardiaca. 41

Sezione 2

Aritmie cardiache: elettrogenesi, classificazione e interpretazione elettrocardiografica

- 4** • Aritmie cardiache. 63
- 5** • Onda P e attivazione atriale normale e patologica. 81
- 6** • Le aritmie atriali. 95
- 7** • La conduzione atrio-ventricolare normale e le sue varianti 131
- 8** • Tachicardie giunzionali. 147
- 9** • Preeccitazione ventricolare 171
- 10** • Sindromi da preeccitazione ventricolare 201
- 11** • Diagnosi differenziali delle tachicardie a QRS stretto (sopraventricolari) 225
- 12** • Il complesso QRS 251
- 13** • Ripolarizzazione ventricolare normale e patologica 273

- 14** • Le aritmie ventricolari 289
- 15** • La diagnosi differenziale delle tachicardie a QRS largo 355
- 16** • Sindrome di Brugada e "J-wave syndromes" 391
- 17** • Le bradicardie 405
- 18** • Aritmie neonatali e pediatriche. 439

Sezione 3

L'ECG in specifiche situazioni cliniche

- 19** • L'ECG dal neonato all'età adulta. . . . 449
- 20** • Elettrocardiografia di genere 481
- 21** • L'ECG nell'atleta 491
- 22** • Ischemia miocardica 499
- 23** • Embolia polmonare, pericarditi e miocarditi 533
- 24** • Ipertensione arteriosa ed ipertrofia ventricolare sinistra. . . . 547
- 25** • L'ECG nelle canalopatie acquisite: cardiomiopatie, disionie, farmaci . . . 559
- 26** • I pacemaker. 587
- 27** • Il futuro della registrazione dei segnali elettrocardiografici 631
- 28** • Complessità e rarità in elettrocardiografia clinica 637

Indice generale

Sezione 1 • L'elettrocardiogramma normale

Capitolo 1 • Elettrofisiologia del cuore in toto 3

LE BASI DELL'ELETTROCARDIOGRAMMA NORMALE

G. Bagliani

1.1 Introduzione: il sistema di eccitoconduzione cardiaco alla base del controllo della funzione meccanica del cuore. 3

1.2 Principi di elettrofisiologia cardiaca normale visti dall'ECG 3

1.2.1 Origine dell'impulso e attivazione atriale: l'onda P 4

1.2.2 La conduzione atrio-ventricolare 4

1.2.3 L'attivazione ventricolare 5

1.2.4 La fase di ripolarizzazione ventricolare 5

1.3 I principi della registrazione elettrocardiografica . 6

1.3.1 Registrazione bipolare 6

1.3.2 Registrazione unipolare 7

1.4 L'elettrocardiogramma standard 8

1.4.1 Il triangolo di Einthoven 8

1.4.2 Le derivazioni unipolari degli arti 8

1.4.3 Le derivazioni unipolari toraciche 9

1.4.4 Unità di misura in elettrocardiografia 9

1.4.5 Amplificazione e filtraggio dei segnali ECG . 10

1.5 Visione integrata delle 12 derivazioni elettrocardiografiche 11

1.6 Asse elettrico dei segnali cardiaci (P e QRS e T) 11

1.6.1 Asse cardiaco sul piano frontale 11

Asse elettrico normale tra 0 e 90 gradi 11

Deviazione assiale sinistra (tra 0 e -90 gradi) . . 11

Deviazione assiale destra (tra 90 e 180 gradi) . . 11

Asse elettrico indefinito tra 180 e -90 gradi . . 11

1.6.2 Asse cardiaco sul piano orizzontale 11

Asse elettrico normale 11

Rotazione oraria 13

Rotazione antioraria 13

1.7 Analisi esperta dell'elettrocardiogramma standard: sue varianti 13

1.7.1 La derivazione D2 e lo studio dell'attivazione atriale nel suo complesso 14

1.7.2 La derivazione V1 e lo studio dell'attivazione ventricolare 14

1.7.3 Visione "coronarica" delle derivazioni cardiache 14

1.7.4 Visione "emodinamica" delle derivazioni cardiache 16

1.7.5 La misconosciuta derivazione aVR 16

1.7.6 Derivazioni bipolari toraciche 16

1.7.7 Le derivazioni ortogonali di Frank 17

1.7.8 Derivazioni esofagee 17

1.8 I grandi limiti e le difficoltà innate nella registrazione ECG di superficie 17

CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE 19

Capitolo 2 • ECG di superficie 21

METODICHE AVANZATE DI ELETTROFISIOLOGIA CARDIACA ED IMAGING • LE BASI DELLA ELETTROCARDIOLOGIA DI PRECISIONE

G. Bagliani, F. Notaristefano, M. Casella

2.1 Introduzione: oltre l'ECG di superficie 21

2.2 Valutazione elettrofisiologica diagnostico-terapeutica mediante elettrodi endoesofagei: uso in urgenza, pediatria, gravidanza 23

2.2.1 La stimolazione cardiaca transesofagea nel trattamento delle tachicardie sopraventricolari 24

Principi teorici della tecnica di stimolazione atriale transesofagea nel trattamento delle aritmie sopraventricolari 24

2.3 Valutazione elettrofisiologica endocavitaria "convenzionale": registrazione e stimolazione attraverso elettrocateri posizionati sotto controllo fluoroscopico 27

2.3.1 Tecnica 27

2.3.2 Punti fondamentali della registrazione endocavitaria 27

2.3.3 ECG di superficie e registrazione endocavitaria combinati per la ricostruzione dell'attivazione cardiaca	28
Attivazione atriale	28
Giunzione e sistema di conduzione intra-infra hisiano	30
2.3.4 La stimolazione artificiale delle camere cardiache in corso di studio elettrofisiologico	30
2.4 I mappaggi tridimensionali dell'attivazione cardiaca: verso uno studio elettrofisiologico a "raggi zero"	34
2.5 L'ECG di superficie e gli insegnamenti dell'ablazione transcatetere	37
2.6 Le metodiche elettrofisiologiche di superficie integrate con le altre metodiche diagnostiche	37
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	39

Capitolo 3 • I meccanismi ionico-cellulari della elettrofisiologia cardiaca 41

POTENZIALE D'AZIONE, CANALI E CORRENTI IONICHE ALL'ORIGINE DELLE ONDE ECG NORMALI E PATOLOGICHE. IL RIMODELLAMENTO IONICO COME SUBSTRATO ARITMOGENO

G. Bagliani, E.T. Locati, F.M. Leonelli

3.1 Introduzione	41
3.2 Il potenziale d'azione come momento fondamentale dell'elettrofisiologia cardiaca	41
Diastole elettrica o fase 4 (di riposo)	43
Fase 0 (Depolarizzazione)	43
Fase 1 (Ripolarizzazione precoce)	43
Fase 2 (Plateau del potenziale di azione)	43
Fase 3 (Ripolarizzazione tardiva)	43
Ritorno alla fase 4	43
3.3 Canali ionici e pompe ioniche: struttura, biofisica e correnti transmembrana	43
3.3.1 Canali del sodio: le correnti di attivazione cellulare	44
I canali rapidi del sodio: correlazione tra struttura e funzione	44
Attivazione ed inattivazione voltaggio-dipendente	44
Modulazione funzionale dei canali del sodio	46
Canali del sodio HCN, correnti I_f e automatismo spontaneo	46
3.3.2 Canali del potassio: le correnti di ripolarizzazione	47
Corrente I_{to} (rettificante precoce)	47
Correnti I_K (rettificanti ritardate)	47
Corrente I_{K1}	48
Corrente $I_{K(ACH)}$	48
Corrente $I_{K(Ado)}$	48

Correnti $I_{K(ATP)}$, $I_{K(FA)}$, $I_{K(Na)}$	48
Corrente legata alla pompa sodio-potassio (Na/K)	48
3.3.3 Canali del calcio: elettrofisiologia e meccanismi contrattili	48
Canale del calcio tipo lento (I_{CaL})	48
Canale del calcio tipo transitorio (I_{CaT})	49
Canale liberante il calcio dal reticolo sarcoplasmatico (rianodina-sensibili)	49
3.4 Proprietà elettrofisiologiche del cuore e loro meccanismi ionici	49
3.4.1 Le basi dell'automatismo: l'ipotesi cronotropa di membrana	49
3.4.2 Eccitabilità	50
3.4.3 Refrattarietà	51
3.4.4 Conduzione	51
Conduzione sodio-dipendente e ruolo delle connessine	52
Conducibilità intrinseca delle connessine	52
Disposizione spaziale delle connessine	52
Regolazione delle proprietà conduttive delle connessine	53
Conduzione calcio-dipendente	53
3.5 Le correnti di depolarizzazione e ripolarizzazione cardiaca viste dall'ECG	53
3.5.1 La sequenza P-QRS: dagli atri ai ventricoli un flusso continuo di correnti depolarizzanti	53
3.5.2 Dalla P al QRS un susseguirsi di eventi "elettrofisiologici" geneticamente determinati	54
3.5.3 La ripolarizzazione cardiaca vista dall'ECG: ST-T	54
Comparazione tra correnti di depolarizzazione e ripolarizzazione	54
I complessi rapporti tra depolarizzazione/ripolarizzazione atriale e ventricolare	54
Ipotesi sulla morfologia della ripolarizzazione ventricolare normale	54
Il punto J	55
Tratto ST	55
Onda T	56
Onda U	56
Intervallo QT	56
3.6 "Canalopatie" congenite ed acquisite: anomalie ioniche, aspetti ECG e aritmogenesi	56
3.6.1 Anomalie dei canali del sodio	56
3.6.2 Anomalie dei canali del potassio	56
3.6.3 Anomalie dei canali del calcio	56
3.6.4 Il rimodellamento ionico nella pratica clinica: canalopatie acquisite	56
Il rimodellamento multi-ionico dello scompenso cardiaco	57

Proaritmia della cardiopatia ischemica acuta e cronica	58
Fibrillazione atriale: la totale compromissione dell'elettrofisiologia atriale	58
3.7 Implicazioni clinico-terapeutiche del rimodellamento ionico	59
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	59

Sezione 2 • Aritmie cardiache: elettrogenesi, classificazione e interpretazione elettrocardiografica

Capitolo 4 • Aritmie cardiache. 63

MECCANISMI ELETTROFISIOLOGICI • CLASSIFICAZIONE
• METODOLOGIA DELLA ELETTROCARDIOLOGIA DI PRECISIONE

G. Bagliani

4.1 Introduzione	63
Diagnosi certa o probabile?	64
Aritmie semplici e complesse: non farsi mai ingannare dalle apparenze	65
4.2 Elettrogenesi delle aritmie	65
Bradycardia	65
Aritmie da esaltato automatismo	65
Aritmie da rientro	65
4.3 Modelli elettrocardiografici di attivazione della camera cardiaca in cui origina un'aritmia	68
4.4 Sintesi elettrocardiografica di tutte le possibili aritmie cardiache	68
Bradycardia	68
Extrasistoli	68
Tachicardia	68
4.5 Le "derivazioni di riferimento" in aritmologia.	70
La derivazione D2 e l'attivazione atriale globale	70
La derivazione V1 e l'attivazione ventricolare	70
4.6 Il "laddergram": metodo grafico per la diagnosi delle aritmie cardiache	71
Atri	71
Giunzione atrio-ventricolare	71
Ventricoli	71
4.6.1 Analisi dell'attivazione atriale	72
Identificazione dell'attivazione atriale	72
Morfologia dell'attivazione atriale	72
4.6.2 Analisi dell'attivazione ventricolare	72
Considerazioni generali sulla morfologia del QRS	72
Considerazioni generali sul ritmo dei QRS	73
4.6.3 Correlazione numerica tra onde P e complessi QRS: momento fondamentale della diagnosi	73

4.7 Costruire il laddergram: l'extrasistolia come modello di studio dell'elettrocardiologia di precisione	74
Caso 1: extrasistolia atriale e ventricolare	74
Caso 2: extrasistoli giunzionali e preferenzialità conduttiva verso gli atri o verso i ventricoli	74
Caso 3: extrasistolia atriale, meccanismo di pausa compensatoria completa, battito di scappamento	76
Caso 4: extrasistoli atriali e meccanismo della conduzione intraventricolare aberrante (fenomeno di Ashman)	77
Caso 5: extrasistolia ventricolare bigemina fascicamente retrocondotta agli atri	78
Caso 6: extrasistolia ventricolare a distribuzione parasistolica	79
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	80

Capitolo 5 • Onda P e attivazione atriale normale e patologica 81

G. Bagliani

5.1 Introduzione	81
5.2 Il nodo seno-atriale	82
Zona centrale del nodo seno-atriale	82
Zona para-nodale (PN)	82
Miocardio atriale peri-sinusale	82
5.3 L'onda P normale	83
La conduzione intratriale (o internodale)	83
La conduzione interatriale	83
L'attivazione atriale normale in toto	85
5.4 Onda P sinusale con alterata conduzione atriale	86
Anomalie di attivazione dell'atrio sinistro (conduzione inter-atriale)	86
Anomalie di attivazione dell'atrio destro	89
5.5 Attivazione retrograda degli atri: un fondamentale elemento nella diagnosi delle aritmie	89
5.6 Pacemaker "migrante"	91
5.7 Strutture atriali "critiche" per l'aritmogenesi	92
Atrio destro	92
Atrio sinistro	92
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	93

Capitolo 6 • Le aritmie atriali. 95

F.M. Leonelli, G. Bagliani

6.1 Introduzione: elettrogenesi e diagnosi ECG delle aritmie atriali	95
6.1.1 ECG e tecniche avanzate per lo studio della elettrofisiopatologia atriale	95

6.1.2 Elettrogenesi delle aritmie atriali: gli atri come grande laboratorio di elettrofisiologia.	98
Aritmie atriali da iperautomatismo.	98
Rientro anatomico alla base delle aritmie atriali.	99
Forme particolari di iperautomatismo e rientro alla base della fibrillazione atriale.	99
6.1.3 Classificazione elettrocardiografica delle aritmie atriali: l'“Elettrocardiologia di Precisione” per il clinico.	100
6.2 Extrasistoli atriali.	100
Definizione e aspetti morfologici dell'attivazione atriale extrasistolica.	100
La conduzione atrio-ventricolare delle extrasistoli atriali.	102
La conduzione intraventricolare delle extrasistoli atriali.	102
Pausa postextrasistolica.	102
6.3 Tachicardie atriali.	103
Definizione e aspetti morfologici dell'attivazione atriale.	103
Conduzione atrio-ventricolare.	103
Conduzione intraventricolare.	106
La difficile ricerca dell'attività atriale: metodo di ricerca.	106
Classificazione elettrofisiologica delle tachicardie atriali dall'ECG di superficie.	107
Tachicardia atriale automatica (monofocale).	107
Tachicardia atriale automatica plurifocale.	108
Tachicardia da rientro seno-atriale.	108
Tachicardia atriale correlata a cicatrice.	108
6.4 Flutter atriale.	109
6.4.1 Introduzione.	109
Presupposti anatomico-elettrofisiologici alla base del flutter atriale.	109
Classificazione del flutter atriale.	109
6.4.2 Flutter atriale istmo dipendente (tipico o tipo I).	110
L'istmo cavo-tricuspidalico: un ruolo anatomico e funzionale.	110
La cresta terminale: una barriera funzionale essenziale.	110
Il circuito istmico nella sua interezza.	110
L'ECG della forma comune (rotazione antioraria) di flutter atriale istmico.	112
Le caratteristiche onde “a dente di sega”.	112
Aspetti morfologici particolari nelle derivazioni precordiali di destra.	114
Varianti morfologiche della forma comune di flutter istmico.	115
Variante di flutter atriale istmico con circuito inferiore.	116
L'ECG della forma non comune (rotazione oraria) di flutter atriale istmico.	116
6.4.3 Flutter atriale “non-istmico” (atipico e tipo II).	116
Flutter atriali cicatrice-dipendenti (scar-related).	117
Flutter cicatrice-dipendenti dell'atrio destro.	118
Flutter cicatrice-dipendenti dell'atrio sinistro.	119
Gli “upper loop re-entry”.	120
6.5 Fibrillazione atriale.	122
6.5.1 Definizione, aspetti ECG ed insidie diagnostiche.	122
6.5.2 L'ECG nello studio dei meccanismi elettrogenetici della fibrillazione atriale.	126
Il substrato della fibrillazione atriale.	126
Meccanismi focali alla base della conduzione fibrillatoria.	127
Il ruolo del sistema nervoso autonomo.	127
Un approccio fisiopatologico unitario alle “fibrillazioni atriali” utile per il clinico.	127
6.5.3 La conduzione atrio-ventricolare e la risposta ventricolare alla fibrillazione atriale.	128
6.5.4 La conduzione intraventricolare nella fibrillazione atriale.	130
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE.	130

Capitolo 7 • La conduzione atrio-ventricolare normale e le sue varianti 131

I SEGRETI DELL'INTERVALLO PR

G. Bagliani, F.M. Leonelli

7.1 Introduzione e considerazioni generali sulla rappresentazione ECG della conduzione AV.	131
7.2 Anatomia “elettrofisiologica” della giunzione AV.	133
7.2.1 Le connessioni atrio-nodali.	133
7.2.2 Il nodo atrio-ventricolare compatto vero e proprio.	134
7.2.3 Il fascio di His.	134
Considerazioni anatomico-funzionali sul fascio di His.	134
7.3 Il diverso comportamento del PR in risposta alla tachicardia sinusale da sforzo ed alle tachiaritmie atriali.	135
7.4 Conduzione “continua” della giunzione AV: il progressivo prolungamento di PR.	136
7.4.1 Effetto del sistema neurovegetativo.	137
I battiti prematuri e le funzioni essenziali della giunzione AV.	138
7.5 Conduzione discontinua della giunzione AV: il concetto di “doppia via nodale” e il substrato del rientro nodale.	138

7.6 Conduzione anterograda e retrograda attraverso la giunzione atrio-ventricolare	139
Conduzione anterograda	139
Conduzione retrograda	141
7.7 Conduzione occulta anterograda e retrograda nella giunzione AV	141
7.8 Recettori adenosinici e conduzione nella giunzione AV	143
Uso diagnostico dell'adenosina	143
Uso terapeutico dell'adenosina	143
Considerazioni e deduzioni "avanzate" dall'uso dell'adenosina	143
7.9 Automatismo giunzionale ed analisi dell'intervallo PR.	144
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	145

Capitolo 8 • Tachicardie giunzionali. 147

RIENTRI GIUNZIONALI COMUNI E RARI ALLA BASE DI TACHICARDIE PAROSSISTICHE • AUTOMATISMI GIUNZIONALI

G. Bagliani, F.M. Leonelli

8.1 Introduzione: la giunzione atrio-ventricolare, punto critico di tachicardie parossistiche da micro e macrorientro	147
8.2 Tachicardie da rientro giunzionale comune.	148
8.2.1 Il rientro giunzionale del tipo comune: un circuito "parafisiologico" innescato da ectopie	148
8.2.2 Studio elettrofisiologico nel rientro nodale comune	151
8.2.3 Aspetti elettrocardiografici della tachicardia da rientro giunzionale del tipo comune	152
Il ventricologramma: QRS normali e ritmici	152
L'atriogramma: ricerca mirata delle onde P	152
Rapporto atrio-ventricolare 1:1 e un breve intervallo RP (< 70 msec).	156
Ripolarizzazione ventricolare	156
8.2.4 Rarità elettrofisiologiche nel rientro giunzionale comune: un rapporto atrio-ventricolare diverso da 1:1	157
Blocco AV 2:1 transitorio da alternanza conduttiva del fascio di His.	157
Qual è il vero significato del fenomeno della conduzione alternante del fascio di His	157
Blocco AV 2:1 retrogrado ed il problema della partecipazione di tessuto atriale nel circuito di rientro giunzionale	159
8.3 Tachicardie da rientro giunzionale non comune	161
8.3.1 Circuiti elettrogenetici e meccanismi di innesco complessi da analizzare con elettrocardiologia di precisione caso per caso	161

8.3.2 Rientro giunzionale non comune fast/slow: tre vie di conduzione giunzionali ed una extrasistolia ventricolare come trigger	161
8.3.3 Rientro giunzionale non comune slow/slow: multiple vie della giunzione AV e un ritmo sinusale doppiamente condotto ai ventricoli (P:QRS=1:2).	164
8.4 Tachicardie automatiche giunzionali	167
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	169

Capitolo 9 • Preeccitazione ventricolare 171

VIE DI CONDUZIONE ACCESSORIE A COMPETERE CON LA NORMALE ATTIVAZIONE VENTRICOLARE • FASCI DI KENT, "ONDA DELTA" E VARIANTI RARE DI PREECCITAZIONE (MAHAIM E JAMES)

G. Bagliani, R. De Ponti

9.1 Introduzione: preeccitazioni ventricolari e sindromi da preeccitazione ventricolare	171
9.2 Meccanismi elettrofisiologici regolanti l'equilibrio tra due fronti di attivazione ventricolare (normale ed accessorio)	174
9.2.1 Fattori che influenzano la conduzione del fascio di Kent.	174
9.2.2 Fattori che influenzano la normale conduzione atrio-ventricolare	174
9.2.3 La refrattarietà determinante la conducibilità dei due fronti conduttivi.	174
9.2.4 Equilibrio neurovegetativo e preeccitazione ventricolare.	175
9.2.5 Fenomeni elettrofisiologici complessi influenzanti la preeccitazione.	177
Il fenomeno del "source and sink" alla base del blocco conduttivo della via accessoria.	177
Il fenomeno del Linking	178
9.3 Le componenti del QRS massimamente preeccitato	179
9.4 Gradi variabili di preeccitazione: certezze e limiti diagnostici dell'ECG standard	181
9.5 Preeccitazione minima: un'insidia e un algoritmo diagnostico per la diagnosi di precisione.	181
Analisi ECG.	181
Dispersione del PR.	181
Vettore iniziale di aVR	182
Transizione in V1 o precedente	182
Manovre vagali e/o adenosina	183
Valutazione elettrofisiologica	183
9.6 Vie accessorie "occulte"	185
9.7 Localizzazione anatomica delle vie accessorie sull'anello atrio-ventricolare	185
9.7.1 Situazione anatomica	185

9.8 Varianti rare di preeccitazione ventricolare: fibre di Mahaim, pseudo-Mahaim e le discusse fibre di James	193
9.9 La ripolarizzazione ventricolare in presenza di preeccitazione	195
9.9.1 Il paradigma della ripolarizzazione cardiaca normale	195
9.10 Diagnosi differenziale della preeccitazione: i grandi mimi dell'elettrocardiologia	197
Ritardi o blocchi di conduzione intraventricolari	197
Pregresso infarto miocardico	197
Battiti ectopici e ritmi di origine ventricolare	197
9.11 Elementi di significato clinico prognostico deducibili dall'analisi ECG convenzionale e dalla valutazione elettrofisiologica	199
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	200

Capitolo 10 • Sindromi da preeccitazione ventricolare 201

ARITMIE COINVOLGENTI VIE ACCESSORIE

R. De Ponti, G. Bagliani

10.1 Introduzione: gli scenari delle sindromi da preeccitazione ventricolare	201
10.2 Momenti elettrogenetici delle aritmie da macrorientro	202
10.2.1 Il macrorientro atrio-ventricolare: un circuito di rientro perfetto.	202
10.2.2 "Circuito eccentrico" come prerequisito per il macrorientro	203
10.2.3 "Prematurità" e un macrocircuito di rientro con caratteristiche "eccentriche": requisiti critici per innesco e mantenimento del macrorientro	203
10.2.4 Macrorientro ortodromico ed antidromico: ruolo della giunzione atrio-ventricolare nella preferenzialità conduttiva ortodromica	205
Elettrogenesi del macrorientro ortodromico	205
Macrorientro antidromico: perché così raro?	206
10.2.5 Macrorientri da vie accessorie occulte	207
10.3 Fibrillazione atriale e aritmie atriali preeccitate: le vie accessorie elettrogeneticamente "spettatrici"	208
10.4 Diagnosi ECG delle aritmie correlate alla preeccitazione ventricolare: criteri diagnostici ed elementi essenziali per le diagnosi differenziali	210
10.4.1 Tachicardie parossistiche da macrorientro atrio-ventricolare ortodromico (TRAVOD): criteri elettrocardiografici distintivi	210
Caratteristiche ECG dettagliate	212
10.4.2 Rientro ortodromico: elementi elettrocardiografici di occasionale riscontro, utili per la diagnosi di precisione.	213

Blocco di branca intercorrente e relazione con il ciclo RR: il segno di Coumel (BB ciclo lungo dipendente) e il fenomeno di Ashman (BB ciclo corto dipendente).	213
Blocco di branca "omolaterale" alla via accessoria: RR prolungato	214
Blocco di branca "controlaterale" alla via accessoria: RR accorciato o invariato	214
Effetti dei battiti prematuri (extrasistoli) durante TRAVOD	215
L'alternanza del QRS e anomalie della ripolarizzazione in corso di tachicardia	216
10.4.3 Tachicardia da macrorientro atrio-ventricolare antidromico (TRAVAD): criteri elettrocardiografici distintivi	218
10.4.4 Fibrillazione atriale preeccitata	219
Caratteristiche ECG dettagliate	220
10.5 Due forme particolari di macrorientro: la tachicardia di Coumel e la tachicardia da fibre di Mahaim	220
10.5.1 Tachicardia di Coumel: un circuito di macrorientro ortodromico da via accessoria occulta a conduzione lenta decrementale.	220
10.5.2 Tachicardia da fibre di Mahaim	221
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	224

Capitolo 11 • Diagnosi differenziali delle tachicardie a QRS stretto (sopraventricolari) 225

G. Bagliani

11.1 Introduzione alle "tachicardie a QRS stretto": contesto clinico, metodo analitico, algoritmo diagnostico.	225
11.1.1 Obiettivi del capitolo	225
11.1.2 Definizione di tachicardia a "QRS stretto"	225
11.1.3 L'importanza di scenario clinico e storia ECG.	225
11.1.4 Conoscenza dettagliata dei meccanismi elettrofisiologici delle tachicardie sopraventricolari	226
11.1.5 Metodicità di approccio alle tachicardie sopraventricolari	226
11.2 Metodo di analisi di una tachicardia a QRS stretto	227
11.2.1 Il "QRS stretto": analisi morfologica di precisione	227
11.2.2 Ritmo dei QRS: regolare, irregolare, regolarmente irregolare.	227
11.2.3 Onda P: cercarla, trovarla e riconoscerla sono elementi essenziali per la diagnosi di precisione	230

11.2.4 Relazione numerica P-QRS e significato del "blocco atrio-ventricolare" in corso di tachicardia sopraventricolare.	231
11.2.5 Manovre vagali e adenosina: duplice risposta e duplice significato elettrofisiologico	231
11.2.6 Durata degli intervalli RP e PR; rapporto RP/PR	232
Tachicardie con RP < PR: il rientro giunzionale comune e il macrorientro atrio-ventricolare ortodromico	232
Tachicardie con RP > PR: rientro giunzionale non comune e la tachicardia di Coumel.	232
Tachicardie atriali: la grande variabilità del rapporto RP/PR	232
11.2.7 Durata dell'intervallo RP nella diagnosi differenziale tra rientro giunzionale comune e macrorientro atrio-ventricolare ortodromico	234
11.3 Algoritmo a tre step: ipotesi e diagnosi differenziali più frequenti	234
Step 1: analisi del ritmo dei QRS	234
Step 2: rapporto atrio-ventricolare (P/QRS)	234
Step 3: durata degli intervalli RP e PR e rapporto RP/PR	237
Varianti ed eccezioni da conoscersi ma volutamente non riportate nell'algoritmo.	237
11.4 Diagnosi avanzate delle tachicardie sopraventricolari: rarità e complessità	237
11.4.1 Modalità di innesco e di interruzione	238
11.4.2 Risposta alle extrasistoli: "chiave di lettura" nella diagnosi differenziale delle tachicardie da rientro giunzionali e atrio-ventricolari.	239
Tachicardia da macrorientro (WPW): il resetting come risposta alla prematurità atriale e ventricolare	239
Tachicardia da rientro giunzionale: il mancato resetting come risposta caratteristica ad una prematurità atriale o ventricolare	239
11.4.3 Blocco di branca transitorio in corso di tachicardia	244
Duplice significato: segno di Coumel (ciclo lungo dipendente) e fenomeno di Ashman (ciclo corto dipendente)	244
11.4.4 Rientro giunzionale comune con blocco anterogrado (P/QRS > 1): il fenomeno dell'"His alternans"	244
11.4.5 Rientri giunzionali con blocco retrogrado (P'/QRS < 1).	244
11.4.6 Anomalie elettrofisiologiche multiple	244
11.5 Diagnosi avanzate mediante studi elettrofisiologici	247
11.5.1 Registrazione transesofagea	247
11.5.2 Valutazione elettrofisiologica endocavitaria: registrazione sequenziale e mappaggio 3D	247
Diagnosi differenziale TRNAV e TRAV mediante studio elettrofisiologico	247
Diagnosi differenziale tra flutter atriale istmico nella variante comune e flutter atriale non istmico nella variante perimitralica	247
11.6 "Elementi diagnostici", "ipotesi diagnostiche" e "chiavi di lettura": approccio avanzato alle diagnosi differenziali delle tachicardie sopraventricolari	248
11.6.1 Elementi diagnostici e ipotesi diagnostiche	248
Ventricologrammi.	248
Morfologia dell'attivazione atriale	248
Rapporto numerico P/QRS	248
Rapporto di durata RP/PR	248
11.6.2 "Chiavi di lettura" e diagnosi differenziali di precisione: alcuni esempi.	248
Fibrillazione atriale verso altre aritmie atriali	248
Tachicardie atriali verso flutter	248
Tachicardie atriali: diversa sede di origine.	249
Flutter atriale: diversa sede di origine	249
Tachicardie con RP < PR	249
Tachicardie con RP > PR	249
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	250
Capitolo 12 • Il complesso QRS.	251
ATTIVAZIONE VENTRICOLARE NORMALE • BASI ELETTROGENETICHE DEL QRS LARGO	
G. Bagliani	
12.1 Introduzione al QRS normale	251
12.2 Il sistema di conduzione ventricolare: "la sorgente del QRS" celata nella parte terminale del PQ	251
12.3 La conduzione fascicolare	252
12.4 La rete di Purkinje: l'elettrofisiologia alla base del sincronismo di attivazione/contrazione ventricolare	253
12.5 Approccio vettoriale all'attivazione tridimensionale del muscolo cardiaco e alla formazione del QRS normale	253
12.5.1 La deflessione intrinsecoide: la fondamentale analisi della porzione iniziale del QRS	255
12.5.2 L'onda R: una fusione vettoriale di forze ventricolari destre e sinistre	255
12.5.3 La componente terminale del QRS.	256
12.6 Dal QRS "normale" a quello da ritardo-blocco di branca	256
12.6.1 Il QRS come complesso di fusione dell'attivazione dei due ventricoli	256
12.6.2 Il ritardo conduttivo di branca funzionale (completo e incompleto)	257

12.6.3	Il blocco conduttivo di branca.	258
12.6.4	Aspetti morfologici convenzionali del QRS con ritardo/blocco di branca destro o sinistro. . .	259
	Il blocco di branca destro (BBD).	259
	Il blocco di branca sinistro (BBS).	260
12.6.5	Aspetti morfologici non convenzionali del QRS con ritardo/blocco di branca destro e sinistro	260
12.7	QRS largo: principi e cause.	260
12.8	Concetti avanzati di elettrofisiologia cardiaca utili per la comprensione del QRS normale e largo	262
12.8.1	Aberranza conduttiva "in fase 3" e il fenomeno di Ashman.	262
12.8.2	Conduzione occulta, fenomeno del linking e mantenimento dell'aberranza	267
12.8.3	Aberranza in fase 4	269
12.8.4	La conduzione supernormale	270
12.8.5	Il blocco di branca alternante	271
12.8.6	Complessi ventricolari di fusione	272
	CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	272

Capitolo 13 • Ripolarizzazione ventricolare normale e patologica . . 273

SUBSTRATI ARITMICI DA CANALOPATIE CONGENITE E ACQUISITE; SINDROMI DEL QT LUNGO E CORTO: DALLA GENETICA ALLA CLINICA

E.T. Locati, G. Bagliani

13.1	Introduzione: significato e ruolo della ripolarizzazione ventricolare	273
13.2	Aspetti morfologici della normale ripolarizzazione ventricolare: J-ST-T	273
13.2.1	Punto J e tratto ST	273
13.2.2	Onda T	275
13.2.3	Onda U e complesso QTU	276
13.3	Dinamicità della ripolarizzazione ventricolare. . 277	
13.3.1	Frequenza-dipendenza della ripolarizzazione ventricolare	277
13.3.2	Effetto dell'attività autonoma sulla dinamicità dell'intervallo QT	277
13.3.3	L'"effetto di isteresi" sulla relazione QT-RR.	278
13.3.4	Variazione circadiana della ripolarizzazione ventricolare	279
13.3.5	Effetto dell'età e del sesso sulla durata dell'intervallo QT e sulla dinamicità del QT	279
13.4	Intervallo QT: misurazione sull'ECG di superficie a riposo	279
13.4.1	Metodi per calcolare la durata del QT dall'ECG a riposo standard	279
13.4.2	Criteri per definire la fine dell'onda T	279

13.4.3	Ulteriori parametri di analisi della ripolarizzazione ventricolare	280
	Ripolarizzazione terminale	280
	Dispersione QT.	280
	Alternanza dell'onda T come fattore di rischio aritmico.	280
13.4.4	Formule per valutare la dipendenza dell'intervallo QT dalla frequenza cardiaca	282
13.4.5	Intervallo QT predetto	283
13.4.6	Misure di dinamicità e variabilità dell'intervallo QT	283
13.5	Condizioni che provocano anomalie di ripolarizzazione.	283
13.5.1	Disturbi elettrolitici	283
13.5.2	Farmaci cardiaci e non cardiaci.	284
13.5.3	Malattie cardiache e non cardiache	284
13.6	Canalopatie congenite: sindromi del QT lungo e sindromi del QT corto.	284
	CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	287

Capitolo 14 • Le aritmie ventricolari . 289

EXTRASISTOLI, TACHICARDIE E FIBRILLAZIONE • ECG DI BASE E TECNICHE ELETTROFISIOLOGICHE AVANZATE

G. Bagliani, M. Casella, F. Guerra, P. Compagnucci, L. Cipolletta, A. Dello Russo

14.1	Introduzione: il valore dello studio elettrocardiografico delle aritmie ventricolari	289
14.2	I multiformi aspetti dell'attivazione ventricolare ectopica: elementi comuni e di differenziazione . . 289	
14.2.1	Eziologia, elettogenesi, morfologia ECG: elementi indivisibili per un corretto approccio clinico e terapeutico	289
14.2.2	Cause di aritmie ventricolari	289
14.2.3	Elettrogenesi delle aritmie ventricolari . . 291	
14.2.4	Analisi morfologica del QRS ectopico . . 295	
	Origine transmurale del sito ectopico: epicardica, mesocardica, endocardica e dal sistema conduttivo.	295
	La ricostruzione tridimensionale del QRS ectopico per la determinazione del sito di origine	297
	Analisi di V1: origine ventricolare destra o sinistra.	297
	Asse sul piano frontale.	297
	Concordanza positiva e negativa nelle derivazioni precordiali.	297
	Focalità degli efflussi ventricolari.	297
	La ripolarizzazione delle ectopie ventricolari. . .300	
14.2.5	Significati elettrofisiologici intrinseci alla morfologia del QRS nelle aritmie ventricolari: monomorfismo, polimorfismi, torsione e fibrillazione	300

14.2.6 Classificazione "elettrocardiografica" delle aritmie ventricolari	301	Tachicardia ventricolare "lenta" o idioventricolare	343
14.3 Extrasistoli ventricolari.	302	Tachicardia da rientro branca-branca	344
Introduzione alle ExV: battiti anticipati e "larghi"	302	Tachicardia ventricolare monomorfa non sostenuta	344
Elettrofisiologia delle ExV.	302	14.4.2 Tachicardie ventricolari polimorfe	345
Larghezza del QRS	302	Una classificazione feno-genotipica	345
La copula	304	Tachicardia ventricolare polimorfa con QT normale (TVP-QTN)	345
Pausa post-extrasistolica.	306	Tachicardia ventricolare polimorfa in presenza di QT lungo (TVP-QTL): torsione di punta	345
La parasistolia	308	La diagnosi differenziale tra TVP-QTN e TVP-QTL (TdP)	346
La conduzione retrograda occulta alla base di comportamenti atipici della pausa post-ectopica: "pseudointerpolazione", "pausa super-compensatoria" e "pausa posposta"	308	"Short-coupling" torsione di punta (SC-TdP)	347
Polimorfismo e ripetitività delle extrasistoli	311	Tachicardia ventricolare catecolaminergica (polimorfa e/o bidirezionale).	348
Diagnosi differenziale tra extrasistoli sopraventricolare e ventricolare	314	Tachicardia ventricolare poli-pleomorfica	350
14.4 Tachicardie ventricolari	315	14.5 Fibrillazione ventricolare	351
Definizione e limiti di frequenza ventricolare	316	14.6 Lo storm aritmico	353
Tollerabilità emodinamica	316	14.6.1 Storm aritmico: modalità di presentazione	353
Le modalità di insorgenza	317	14.6.2 Storm aritmico: meccanismi fisiopatogenetici	353
Evoluzione spontanea	317	14.6.3 Storm aritmico e scompenso cardiaco	353
Il concetto di tachicardie ventricolari sostenute e non sostenute.	317	CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	354
La morfologia del QRS.	317		
Rapporti con l'attività atriale	317		
Complessi di cattura e di fusione	317		
Inquadramento elettrocardiografico globale delle tachicardie ventricolari	317		
14.4.1 Tachicardie ventricolari monomorfe	318		
Substrato e fisiopatologia: rientro o automatismo	318		
Approccio di base all'ECG della tachicardia ventricolare monomorfa	320		
Approccio avanzato: specifiche morfologie ECG correlano con il substrato della tachicardia ventricolare monomorfa	320		
Tachicardia ventricolare monomorfa nella cardiopatia ischemica.	321		
Tachicardie ventricolari da pregresso infarto miocardico anteriore e laterale.	322		
Tachicardie ventricolari da pregresso infarto miocardico inferiore e posteriore	329		
Tachicardia ventricolare monomorfa della cardiomiopatia (displasia) aritmogena	331		
Tachicardia ventricolare monomorfa ad origine epicardica (post-pericardite)	331		
Tachicardia ventricolare fascicolare (verapamil sensibile)	335		
Tachicardia ventricolare ad origine dai tratti di efflusso ventricolari (extrasistolica, iterativa, adenosina sensibile)	340		
		Capitolo 15 • La diagnosi differenziale delle tachicardie a QRS largo.	355
		G. Bagliani	
		15.1 Introduzione alla diagnosi differenziale delle tachicardie a QRS largo (ventricolari fino a prova contraria)	355
		"Elementi diagnostici", "Ipotesi diagnostiche" e "Chiavi di lettura" per una "Diagnosi di Precisione"	355
		Tollerabilità emodinamica, larghezza-frequenza-ritmicità del QRS: importanti ma non utilizzabili nella diagnosi differenziale	355
		Il modello interpretativo delle extrasistoli: la correlazione atrio-ventricolare	357
		Ritmo dei QRS larghi: regolari, irregolari, regolarmente irregolari.	358
		L'importanza del contesto clinico e dell'ECG di base	359
		15.2 Tachicardia regolare a QRS largo: metodo di analisi, elementi diagnostici e chiavi di lettura	359
		15.2.1 Primo approccio ad una tachicardia a QRS largo	359
		Durata del QRS.	359
		Il ritmo dei QRS	359

15.2.2 La ricerca dell'onda P ed i rapporti con il QRS: una sfida vincente	359
La ricerca dell'onda P: dove e come cercarla! . . .	359
Rapporto atrio-ventricolare: il blocco ventricolo-atriale come chiave di lettura	360
Complessi QRS di cattura e fusione ventricolare: chiave di lettura per origine ventricolare	362
Rapporto atrio-ventricolare in risposta ad ipertono vagale o adenosina	363
15.2.3 Analisi approfondita della morfologia del QRS largo	365
Elementi caratterizzanti il QRS largo da ritardo conduttivo di branca	365
Fenomeno di Ashman e linking: indizi di origine sopraventricolare del QRS largo	366
Elementi caratterizzanti il QRS largo di origine ventricolare	367
Criteri di Brugada per la diagnosi di tachicardia ventricolare: analisi morfologica dei QRS nelle derivazioni precordiali	368
Criteri di Vereckei: morfologia del QRS in aVR	372
L'asse sul piano frontale: i criteri di Chen-Natale	373
Analogia morfologica con il QRS basale: un indizio di origine sopraventricolare da valutare	374
15.3 Gli insegnamenti degli studi clinici: la ricerca di "criteri universali" di diagnosi differenziale delle tachicardie a QRS largo	377
La nascita e lo sviluppo degli algoritmi	377
15.3.1 Studi su "quadri paradigmatici" di tachicardia a QRS largo: ventricolare o sopraventricolare con blocco di branca?	377
15.3.2 I punti deboli degli algoritmi: i "quadri clinici non paradigmatici" di tachicardie a QRS largo	379
15.3.3 Studi utilizzando metodologie complesse e pluriparametriche per la diagnosi differenziale del QRS largo	382
15.3.4 Considerazioni conclusive sugli studi di diagnosi differenziale delle tachicardie a QRS largo	383
I quadri clinici "paradigmatici"	383
I quadri clinici "non paradigmatici": l'atipicità prodotta da farmaci antiaritmici, disonie, miocardiopatie e cardiopatie congenite	383
Riconoscere i quadri clinici "atipici" e diagnosticarli con idonea metodologia	383
15.4 Un algoritmo multiparametrico: dagli studi clinici al mondo reale	384
Perché un algoritmo multiparametrico?	384
15.5 Dagli algoritmi al "colpo d'occhio esperto": morfologie particolari di QRS largo	386
15.5.1 Morfologie particolari di "QRS largo" identificano forme particolari di tachicardie ventricolari	386
15.5.2 La concordanza precordiale del QRS largo: quale differenziazione? Ventricolare, sopraventricolare aberrante o preeccitazione?	386
15.5.3 Le variazioni morfologiche del QRS in corso di tachicardia a QRS largo come chiave di lettura per la "diagnosi di precisione"	387
15.5.4 Pacemaker e QRS largo: l'identificazione dello spike	388
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	389
Capitolo 16 • Sindrome di Brugada e "J-wave syndromes"	391
ELETTROGENESI DELLE ANOMALIE ECG E DELLE ARITMIE CLINICHE	
<i>V. Santinelli, C. Pappone</i>	
16.1 Introduzione	391
16.2 Sindrome di Brugada	391
16.2.1 Valutazione non-invasiva	392
16.2.2 Aspetti elettrocardiografici nella sindrome di Brugada	392
16.2.3 Altri aspetti elettrocardiografici non comuni	393
16.2.4 L'importanza di un'attenta valutazione elettrocardiografica. Test farmacologico	393
16.2.5 Elettrogenesi delle anomalie elettrocardiografiche e delle aritmie cliniche	395
16.2.6 Studio elettrofisiologico endocavitario	397
16.2.7 Identificazione di un substrato elettromeccanico nella BrS. Nuovi orizzonti fisiopatologici e terapeutici	398
16.3 Sindrome da ripolarizzazione precoce	399
16.3.1 Definizione	399
16.3.2 Ripolarizzazione precoce. Pattern benigno o maligno?	400
16.3.3 Patterns ECG diagnostici di ripolarizzazione precoce	400
16.3.4 Meccanismi elettrogenetici	400
16.3.5 Considerazioni cliniche sulla ripolarizzazione precoce	400
16.4 Terapia delle J-wave syndromes	401
16.4.1 Sindrome di Brugada	401
16.4.2 Sindrome da ripolarizzazione precoce	401
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	403

Capitolo 17 • Le bradicardie 405

CLASSIFICAZIONE ECG • INQUADRAMENTO CLINICO •
STUDIO ELETTROFISIOLOGICO ENDOCAVITARIO

G. Bagliani

17.1 Introduzione	405
17.2 Elettrocardiografia delle bradicardie	406
17.2.1 Anomala funzione del nodo seno-atriale: bradicardia sinusale, blocco seno-atriale e arresto sinusale	406
17.2.2 Blocchi atrio-ventricolari	412
Blocco atrio-ventricolare di primo grado	412
Blocco atrio-ventricolare di secondo grado	414
Blocco atrio-ventricolare di terzo grado	418
17.2.3 Le turbe della conduzione intraventricolare (blocchi di branca)	420
Blocco di branca destro	422
Blocco di branca sinistro	424
Blocchi fascicolari (emiblocchi)	425
Blocchi fascicolari combinati	427
17.3 Metodiche diagnostiche per l'inquadramento elettrofisiologico delle bradicardie	430
17.3.1 Malattia del nodo del seno	430
17.3.2 Turbe della conduzione atrio-ventricolare ed intraventricolare	430
Studio elettrofisiologico endocavitario: la registrazione del potenziale hisiano come momento fondamentale per la valutazione del sistema di conduzione	430
L'ECG di base e con test non invasivi: analisi avanzata del sistema di conduzione equivalente ad una "registrazione virtuale" del fascio di His	430
17.4 Inquadramento clinico-strumentale "avanzato" di specifiche bradicardie	432
17.4.1 La malattia del nodo del seno: un'entità essenzialmente clinica	432
17.4.2 Blocco atrio-ventricolare di primo grado: innocente o insidioso reperto?	432
17.4.3 Blocco atrio-ventricolare di secondo grado: Wenckebach o Mobitz?	432
17.4.4 Blocco atrio-ventricolare 2:1 fisso: come inquadralo?	434
17.4.5 Blocchi di branca e fascicolari: aspetti complessi e controversi	435
BAV 1° grado con blocco bifascicolare: blocco o pseudo blocco trifascicolare?	435
Blocco di branca bilaterale a "QRS stretto": un reperto elettrocardiografico particolarmente insidioso	437
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	438

Capitolo 18 • Aritmie neonatali e pediatriche 439

IN CHE COSA SI DEFFERENZIANO DALLE ARITMIE
DELL'ADULTO?

F. Drago, P.P. Tamborrino

18.1 Introduzione	439
18.2 Fisiopatologia e classificazione	439
18.3 Tachiaritmie	439
18.3.1 La tachicardia parossistica da rientro sopraventricolare	439
18.3.2 La tachicardia da rientro giunzionale permanente (tachicardia di Coumel)	440
18.3.3 Flutter atriale	441
18.3.4 La tachicardia ectopica giunzionale (JET)	441
18.3.5 TV neonatale	442
18.4 Extrasistolia ventricolare in cuore sano	443
18.5 Bradicardie	444
18.5.1 Blocco atrio-ventricolare	444
18.5.2 Disfunzione sinusale	444
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	445

Sezione 3 • L'ECG in specifiche situazioni cliniche

Capitolo 19 • L'ECG dal neonato all'età adulta 449

CRITERI DI NORMALITÀ, VARIANTI
ED ASPETTI DI PATOLOGIA CLINICA

A. Capestro, M.G. Mastrantuono, R. Marzullo, E. Soura

19.1 Dal neonato all'età adulta: criteri di normalità	449
19.1.1 Modello neonatale (dalla nascita al primo mese di vita)	449
19.1.2 Modello del lattante (dopo il primo mese di vita fino ai 3 anni, talvolta presente nel I mese)	449
19.1.3 Modello dell'adulto (dopo i 2-3 anni di vita)	450
19.2 Come analizzare un ECG in età pediatrica ..	450
19.2.1 La frequenza cardiaca (FC)	450
19.2.2 Onda P (depolarizzazione atriale)	450
19.2.3 Intervallo P-R (conduzione atrio-ventricolare)	455
19.2.4 Onda Q	458
19.2.5 Complesso QRS (depolarizzazione ventricolare)	459
Modello neonatale	460
Modello del lattante	462

Modello dell'adulto	462
19.2.6 Tratto ST e onda T (ripolarizzazione ventricolare)	463
19.2.7 Intervallo QT e QTc	466
19.3 Varianti ed aspetti di patologia clinica	466
19.3.1 Sovraccarico sistolico (di pressione) ventricolare destro	466
19.3.2 Sovraccarico diastolico (di volume) ventricolare destro	466
19.3.3 Sovraccarico sistolico (di pressione) e diastolico (di volume) ventricolare sinistro	468
19.4 L'ECG nelle cardiopatie congenite	470
19.4.1 L'ECG in alcuni sottotipi di cardiopatie congenite	473
L'ECG nelle cardiopatie da shunt pre-tricuspidalico	473
Stenosi polmonare e tetralogia di Fallot	473
Il canale atrio-ventricolare	475
Atresia polmonare a setto integro ed atresia della tricuspid	475
Malattia di Ebstein della valvola tricuspid	476
La trasposizione congenitamente corretta delle grandi arterie	478
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	479

Capitolo 20 • Elettrocardiografia di genere 481

COME INTERPRETARE LE VARIAZIONI UOMO-DONNA DELL'ECG

G. Pelargonio, F.R. Spera

20.1 Elettrofisiologia cellulare	481
20.2 Differenze elettrofisiologiche cellulari degli ormoni sessuali	482
20.3 Sviluppo delle differenze elettrocardiografiche durante la pubertà	483
20.4 Durata delle onde elettrocardiografiche	484
20.5 Ampiezza delle onde elettrocardiografiche	485
20.6 Anomalie elettrocardiografiche	485
20.6.1 Frequenza cardiaca	485
20.6.2 Tratto ST	486
20.6.3 Ripolarizzazione precoce	486
20.6.4 Sindrome di Brugada	487
20.7 Intervallo QT	487
20.7.1 QRS frammentato	487
20.7.2 Sindrome del QT lungo congenito (LQTS)	488
20.7.3 QT lungo indotto da farmaci	488
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	489

Capitolo 21 • L'ECG nell'atleta. 491

VARIANTI PARAFISIOLOGICHE E MARKERS DI INSIDIOSE PATOLOGIE STRUTTURALI

A. Zorzi, F. Graziano, D. Corrado

21.1 Cuore d'atleta: rimodellamento indotto dall'esercizio	491
21.2 Evoluzione dei criteri per l'interpretazione dell'ECG negli atleti	492
21.3 Alterazioni ECG normali nell'atleta	493
21.3.1 Aumento dei voltaggi del QRS	493
Ipertrofia ventricolare sinistra	493
Ipertrofia ventricolare destra	493
21.3.2 Blocco di branca destro incompleto	493
21.3.3 Ripolarizzazione precoce	493
21.3.4 Varianti della ripolarizzazione negli atleti di colore	494
21.3.5 Onde T invertite nelle derivazioni anteriori	494
21.3.6 Alterazioni ECG indotte dal tono vagale e dal rimodellamento elettrofisiologico	494
21.4 Alterazioni ECG borderline nell'atleta	495
21.5 Alterazioni ECG anormali nell'atleta	495
21.5.1 Onde T negative	496
21.5.2 Bassi voltaggi nelle derivazioni periferiche	496
21.5.3 Battiti ectopici ventricolari	497
21.5.4 Intervallo QT	498
21.6 Modificazioni dinamiche indotte dall'esercizio	498
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	498

Capitolo 22 • Ischemia miocardica. . . 499

ECG E CONTESTI CLINICI • APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE

G. Ciliberti, M. Bande, G. Bagliani

22.1 Introduzione: diagnosi di precisione per una terapia di precisione nel complesso mondo dell'ischemia miocardica	499
22.2 Elettrofisiologia del miocardiocita ischemico: da una canalopatia acuta alla necrosi cellulare	502
22.3 Anomalie ECG ischemiche: ST sopra/sottoslivellato, onda Q, T negativa. Elettrofisiologia, evoluzione e criteri diagnostici	502
22.3.1 Ischemia miocardica ed elettrocardiogramma: le correnti elettriche intramiocardiche alla base delle oscillazioni della ripolarizzazione ischemica	502
22.3.2 Ischemia transmurale e sopraslivellamento del tratto ST (STEMI)	504

22.3.3 Ischemia non transmurale e le alterazioni non associate a sopraslivellamento dell'ST (NSTEMI)	505
22.3.4 L'onda Q	506
Definizione di onda Q significativa (patologica)	506
22.3.5 Inversione dell'onda T	507
22.4 Derivazioni convenzionali ed accessorie, immagini dirette e reciproche	509
22.4.1 Derivazioni ECG convenzionali ed accessorie ed i relativi territori coronarici	509
22.4.2 Immagini dirette e reciproche ("speculari") di ischemia e necrosi	510
22.5 Sedi elettrocardiografiche di ischemia-infarto: alla ricerca dell'"arteria colpevole"	512
22.5.1 Infarto miocardico anteriore	512
Infarto miocardico antero-settale (V1-V2)	514
Infarto miocardico anteriore "puro" (V3-V4)	515
Infarto miocardico anteriore esteso (da V1 a V6)	515
Infarto miocardico "apicale" o antero-laterale (V4 a V6)	516
22.5.2 Infarto miocardico laterale	516
22.5.3 Infarto miocardico inferiore	516
22.5.4 Infarto miocardico del ventricolo destro	517
22.5.5 Infarto miocardico della parete posteriore	518
Infarto miocardico infero-posteriore	519
Infarto miocardico infero-posteriore e del ventricolo destro	520
22.6 Quadri clinici complessi, approccio avanzato e futuro dell'ECG nello studio dell'ischemia miocardica	520
22.6.1 È da rivedere il paradigma STEMI/NSTEMI verso OMI/NOMI?	520
22.6.2 "ST sopraslivellato in aVR" e "QRS-ST-T triangolare a pinna di squalo": ischemia miocardica acuta da coronaropatia multivasale e/o del tronco comune	521
22.6.3 ST sopraslivellato persistente (aneurisma ventricolare sinistro)	522
22.6.4 Alterazioni ECG post-riperfusion (il microcircolo visto dall'ECG)	523
22.6.5 La diagnosi di ischemia miocardica in presenza di blocco di branca	524
Infarto miocardico acuto e blocco di branca sinistra: i criteri di Sgarbossa	524
Infarto miocardico acuto e blocco di branca destra	527
Infarto miocardico pregresso e blocco di branca	528
22.6.6 La diagnosi di ischemia nei portatori di pacemaker	529

22.6.7 Infarto miocardico in assenza di coronaropatia ostruttiva (MINOCA)	529
22.6.8 Sindrome Tako-tsubo	530
22.7 Cenni di diagnosi differenziale	530
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	531

Capitolo 23 • Embolia polmonare, pericarditi e miocarditi. 533

LA DIAGNOSI DIFFERENZIALE CON LA CARDIOPATIA ISCHEMICA ACUTA IN EMERGENZA-URGENZA

G. Bagliani, D. Garino, I. Diemberger

23.1 Introduzione: sindromi clinico-elettrocardiografiche che mimano la cardiopatia ischemica	533
23.2 Embolia polmonare acuta e cuore polmonare cronico su base tromboembolica	533
23.2.1 Introduzione	533
23.2.2 Dalle anomalie emodinamiche a quelle elettrofisiologiche	534
23.2.3 I reperti ECG dell'embolia polmonare in dettaglio: valore e limiti	534
Tachicardia sinusale ed aritmie atriali	535
Ingrandimento atriale destro	536
Deviazione assiale destra e rotazione in senso orario dell'asse del QRS	536
Blocco di branca destra (completo e incompleto)	536
Pattern S1Q3T3	537
Inversione delle onde T nelle derivazioni precordiali	537
Alterazioni del tratto ST	537
qR in V1	538
23.2.4 Diagnosi differenziale dell'embolia polmonare	538
23.2.5 Stratificazione prognostica basata sull'elettrocardiogramma	539
23.3 L'ECG nella pericardite acuta	541
23.3.1 Reperti elettrocardiografici	541
23.3.2 Diagnosi differenziale	541
23.4 L'ECG nella miocardite acuta	543
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	546

Capitolo 24 • Ipertensione arteriosa ed ipertrofia ventricolare sinistra. . . 547

ECG E DIAGNOSI PER IMMAGINE

C. Bartolini, F. Angeli, P. Verdecchia

24.1 Introduzione	547
Ipertrofia ventricolare sinistra: un meccanismo protettivo che può diventare una minaccia "spada di Damocle"	547

24.2 Diagnosi elettrocardiografica di ipertrofia VS	548
24.2.1 Storia dei criteri diagnostici di ipertrofia ventricolare sinistra	549
24.2.2 I "criteri Perugia"	550
Il sovraccarico ventricolare sinistro (strain)	550
24.3 Diagnosi ecocardiografica di ipertrofia VS	553
Aspetti tecnici	554
24.4 Diagnosi di ipertrofia VS alla risonanza magnetica cardiaca	555
24.5 Situazioni difficili	555
Blocco di branca sinistra	555
Stenosi valvolare aortica	556
Infarto miocardico acuto	556
24.6 Prospettive future	556
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	557

Capitolo 25 • L'ECG nelle canalopatie acquisite: cardiomiopatie, disionie, farmaci. 559

I. Diemberger, A. Adorno, A. Tordini, G. Bagliani

25.1 Introduzione: il concetto di "canalopatia acquisita"	559
25.2 Cardiomiopatie ed ECG	559
25.2.1 Cardiomiopatia dilatativa	560
25.2.2 Cardiomiopatia ipertrofica	563
25.2.3 Cardiomiopatia aritmogena	566
25.2.4 Cardiomiopatia restrittiva	569
25.2.5 Amiloidosi cardiaca	569
25.2.6 Sarcoidosi cardiaca	571
25.3 ECG ed elettroliti	572
25.3.1 Ipokaliemia	573
25.3.2 Iperkaliemia	574
25.3.3 Alterazioni della calcemia	576
Ipocalcemia	576
Ipercalcemia	576
25.3.4 Altre disionie	577
Sodiemia	577
Magnesiemia e pH	577
25.4 Effetto dei farmaci sull'ECG	578
25.4.1 Farmaci antiaritmici di classe I	580
25.4.2 Farmaci antiaritmici di classe III	581
25.4.3 Farmaci antidepressivi triciclici	581
25.4.4 Cloroquina ed idrossicloroquina	581
25.4.5 Litio	582
25.4.6 Digitale	582
25.4.7 Sindrome del QT lungo da farmaci	583

25.5 Anomalie elettrocardiografiche associate ad eventi cerebrovascolari acuti ed ipotermia	583
25.5.1 Eventi cerebrovascolari acuti	583
25.5.2 Ipotermia ed anomalie dell'ECG	584
CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	585

Capitolo 26 • I pacemaker 587

PRINCIPI ELETTRONICI, DI FUNZIONAMENTO E PROGRAMMAZIONE • SISTEMI SEMPLICI E COMPLESSI
• L'ECG NORMALE E PATOLOGICO IN PRESENZA DI STIMOLAZIONE ARTIFICIALE DEL CUORE

G. Bagliani, M. D'Ammando, F. Notaristefano, G. Zingarini, L. Sciarra

26.1 Introduzione	587
Cenni storici	587
26.2 Principi di biofisica della stimolazione artificiale del cuore	588
26.2.1 La funzione di "stimolazione" (pacing)	588
Morfologia dello spike	589
Morfologia della depolarizzazione atriale elettroindotta	589
Morfologia della depolarizzazione elettroindotta da stimolazione ventricolare destra	589
Soglia di stimolazione: un concetto fondamentale	593
26.2.2 La funzione di "sensing"	593
26.3 Classificazione delle principali funzioni intrinseche ai pacemaker mediante codice NBG (Naspe and Bpeg Generic)	595
26.4 Sistemi monocamerale e bicamerale: modalità di programmazione convenzionale	596
26.4.1 Sistemi monocamerale: le modalità di programmazione AAI e VVI	597
26.4.2 Sistemi di stimolazione bicamerale e la prevenzione della sindrome da pacemaker	598
26.5 Modalità di programmazione non convenzionali. Aspetti elettrocardiografici	600
26.5.1 Stimolazione "asincrona" (A00, V00, D00)	600
26.5.2 Stimolazione in "funzione trigger" (AAT, VVT)	601
26.5.3 Stimolazione in modalità DDI	601
26.5.4 Stimolazione in modalità DVI	601
26.5.5 Stimolazione in modalità VDD	601
26.6 Basi interpretative dell'ECG in presenza di stimolatore cardiaco	602
26.7 Algoritmi e funzioni speciali di stimolazione	604
26.7.1 Algoritmo di regolazione automatica dell'intervallo atrio-ventricolare (AVI)	604
26.7.2 Algoritmi di protezione da elevate frequenze ventricolari "trascinate" dagli atri	605

26.7.3	Algoritmi per prevenire il temuto "fenomeno del crosstalk"	606
26.7.4	La funzione di isteresi	608
26.7.5	La funzione di cambio di modalità di stimolazione (switching).	608
26.7.6	La funzione "rate responsive"	608
26.7.7	Risposta all'applicazione del magnete	608
26.7.8	La funzione di "autosoglia" di stimolazione.	609
26.8	Malfunzionamenti di stimolazione e sensing, isolati e combinati	610
26.8.1	Deficit della "funzione di pacing"	610
26.8.2	Deficit della "funzione di sensing"	610
26.9	Pseudomalfunzionamenti degli stimolatori cardiaci	612
26.9.1	Pseudodeficit di cattura	612
26.9.2	Pseudoundersensing.	612
26.9.3	Pseudo-oversensing	612
26.10	Aritmie nei portatori di pacemaker.	615
	Tachiaritmie atriali condotte passivamente dal pacemaker ai ventricoli.	615
	Aritmie da rientro che vedono il pacemaker come parte integrante del circuito di rientro.	615
26.11	Sistemi di paging avanzato: la stimolazione biventricolare.	616
26.11.1	Principi storici: la stimolazione biventricolare di prima generazione	616
26.11.2	Cosa conoscere/cercare in un ECG di portatore di pacemaker biventricolare	616
26.11.3	Stimolazione biventricolare di seconda generazione morfologica del QRS in relazione a cambio selettivo di programmazione	617
26.11.4	Morfologia ideale del ventricologramma "biventricolare" ed elementi "sospetti" per malfunzionamento.	618
26.12	Sistemi di pacing avanzato: la stimolazione del sistema di conduzione.	621
26.12.1	La stimolazione del fascio di His.	621
	Transizione fra diverse modalità di stimolazione durante test di soglia	623
	Il dilemma fra "cattura non selettiva" del fascio di His e "cattura miocardica pura": come determinare la cattura del sistema di conduzione con l'ECG a 12 derivazioni?	624
	L'ECG a 12 derivazioni nella stimolazione del sistema del fascio di His in presenza di blocco di branca.	624
26.12.2	La stimolazione della branca sinistra.	626
26.13	La registrazione endocavitaria e l'uso del programmatore	627
	CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	629

Capitolo 27 • Il futuro della registrazione dei segnali elettrocardiografici 631

POTRÀ L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SOSTITUIRE L'INVENTIVA DELLA DIAGNOSI ELETTROCARDIOGRAFICA?

M. Padeletti, G. Gensini, G. Bagliani

27.1	Introduzione	631
27.2	Elettrocardiogramma e AI	633
27.3	DL applicato all'ECG	633
27.4	CNN ed ECG	634
27.5	ECG come fenotipo	635
27.5.1	ECG e diagnosi di disfunzione sistolica	635
27.5.2	ECG e diagnosi di FA silente dal ritmo sinusale.	635
27.5.3	AI-ECG e stratificazione del rischio.	635
27.5.4	ECG e cardiomiopatia ipertrofica	636
27.6	ECG del futuro	636
27.7	Potenziali sfide e soluzioni	636

Capitolo 28 • Complessità e rarità in elettrocardiografia clinica. 637

TRE CASI ELETTROCARDIOGRAFICI COMPLESSI DEDICATI AI GRANDI MAESTRI DELLA ELETTROCARDIOGRAFIA CLINICA

V. Carbone, G. Bagliani

28.1	Introduzione	637
28.2	Caso clinico 1	638
	Doppia via "nodale" con conduzione sostenuta sulla via lenta	638
28.3	Caso clinico 2	641
	Peeling-back da extrasistole ventricolare	641
28.4	Caso clinico 3	644
	Battiti atriali prematuri condotti con QRS più larghi e più stretti del basale: ritardo di conduzione e conduzione super-normale della branca destra	644
	Presentazione elettrocardiografica	644
	Discussione elettrocardiografica	645
	Considerazioni sulle capacità conduttive della branca destra	647
	CONCLUSIONI E TAKE-HOME MESSAGE	648
	BIBLIOGRAFIA	649
	INDICE ANALITICO	653

