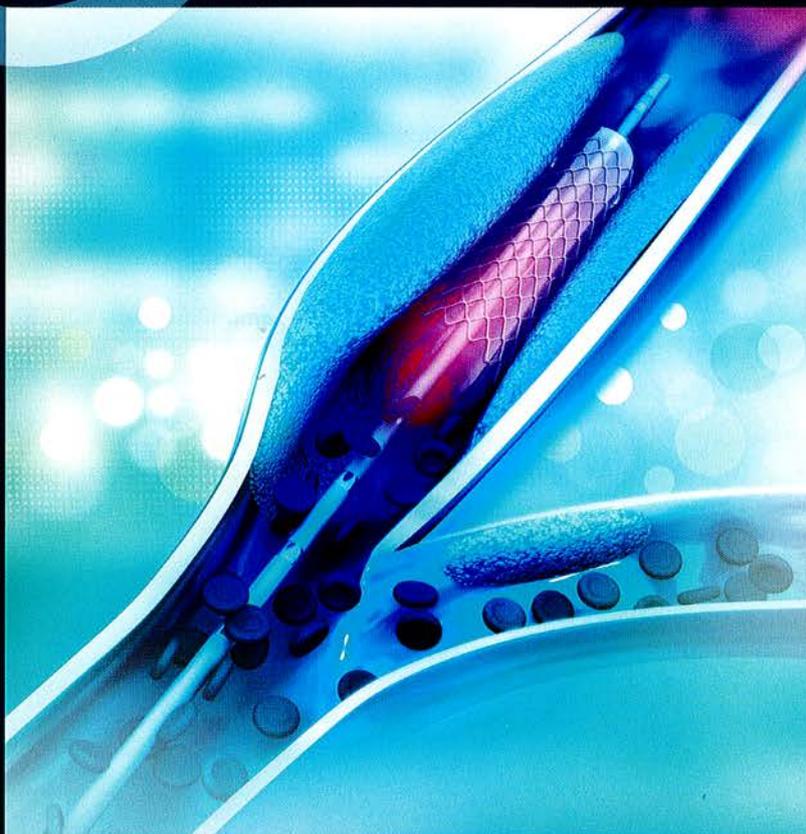


Tecnica Ospedaliera

www.tecnicaospedaliera.it



■
DIREZIONE SANITARIA **GESTIRE AL MEGLIO
IL PERSONALE INFERMIERISTICO**

■
RIANIMAZIONE **BUONE PRATICHE CLINICHE
DI RISCALDAMENTO PERIOPERATORIO
DEI PAZIENTI**

■
CARDIOLOGIA **MODELLI MATEMATICI
PER L'ANEURISMA AORTICO**

■
PEDIATRIA **LA RETE EUROPEA
DEGLI OSPEDALI PEDIATRICI**

Con il patrocinio di

EXPOSANITÀ

AiIC
associazione
italiana
ingegneri clinici

LIUC
Business School

CREMS

Centro di Ricerca
in Economia e Management
in Sanità e nel Sociale
LIUC – Università Cattaneo

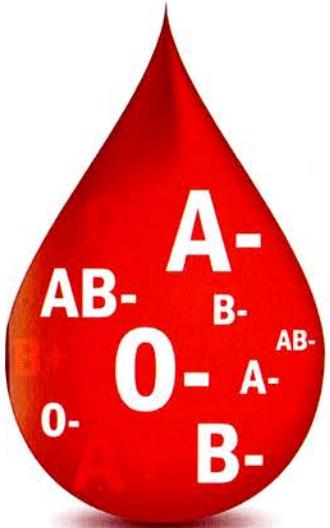


Rappresentante C/S France per l'Italia
ITALCONSPEC
 Piazza Martiri delle Foibe, 10
 24036 Ponte San Pietro (BG)
 Tel. 035.4156283

SOMMARIO SETTEMBRE 2017

- 6 **NOTIZIARIO AIIC**
 Associazione Italiana Ingegneri Clinici
- 8 **DIREZIONE GENERALE**
Pharma Supply Chain in Italia. Risultati di una ricerca empirica
 M. Baglio, F. Dallari, E. Garagliola
- 14 **DIREZIONE SANITARIA**
Gestire al meglio il personale infermieristico
 Beatrice Arieti
- 18 **La sicurezza nel sangue**
 Roberto Carminati
- 22 **MANAGEMENT**
Fondazione Poliambulanza. Al top nella gestione delle risorse umane
 Pierluigi Altea
- 26 **PROGETTAZIONE**
San Martino, Belluno. Nuova Area Materno-Infantile
 Giuseppe La Franca
- 34 **RIANIMAZIONE**
La lunga estate calda della normotermia
 Roberto Carminati
- 38 **CARDIOLOGIA**
Rilevamento dell'infarto della parete destra o posteriore del cuore. Nuova tecnica per ottenere maggiori informazioni
 Armando Ferraioli
- 44 **Modelli matematici per una medicina personalizzata**
 Stefania Somaré
- 48 **PEDIATRIA**
L'Europa in rete per i bambini
 Beatrice Arieti
- 52 **LABORATORIO**
Cell Factory, essenziale gestire la qualità
 Aurora Sala

18



22





48

SICUREZZA

56 Infezioni correlate all'assistenza e resistenza agli antibiotici

Stefania Somarè

CASE HISTORY

60 Comunicazione ospedaliera: semplice, affidabile, all'avanguardia

Roberto Tognella

64 APP SANITÀ

Stefania Somarè

66 VETRINA

Andrea Silva

52



TO

TECNOLOGIE E MANAGEMENT PER LA SANITÀ

Tecnica Ospedaliera

Anno XLV - Numero 8 - settembre 2017

Casa Editrice/Publishing House:

© Tecniche Nuove Spa
via Eritrea, 21 - 20157 Milano - Italia
telefono 02390901 - 023320391 - fax 023551472

Direttore Responsabile/Publisher:

Ivo Alfonso Nardella

Direttore Editoriale/Editor in chief:

Paolo Pegoraro

Coordinamento Periodici Healthcare: Cristiana Bemini

Redazione/Editorial Staff:

Cristina Suzzani - tel. 0239090318 - fax 0239090332
e-mail: cristina.suzzani@tecnicheNuove.com

Comitato Scientifico/Scientific Comitee:

Stefano Capolongo, Marco Di Muzio, Danilo Gennari, Giuseppe La Franca, Adriano Lagostena, Lorenzo Leogrande, Luigi Lucente, Luigi O. Molendini, Luciano Villa

Referee:

Stefano Capolongo, Danilo Gennari, Luigi O. Molendini, Luciano Villa

Hanno collaborato a questo numero/Contributors to this issue:

Alf, P. Alta, M. Baglio, R. Carminati, F. Dallari, A. Ferraioli, E. Garagliola, G. La Franca, A. Sala, A. Silva, S. Somarè, R. Tognella

Direttore Generale/General Manager:

Ivo Alfonso Nardella

Direttore commerciale/Sales manager:

Cesare Gnocchi - cesare.gnocchi@tecnicheNuove.com

Direttore Marketing/Marketing Director

Paolo Sciacca - tel. 0239090390
paolo.sciacca@tecnicheNuove.com

Coordinamento stampa e pubblicità/

Printing and advertising coordination:
Sara Checchia e-mail: sara.checchia@tecnicheNuove.com
Fabrizio Lubner (resp.), Sara Andrezza (tel. 0239090295) - sara.andrezza@tecnicheNuove.com

Grafica, disegni ed impaginazione/Graphics, drawings and layout:

Grafica Quadrifoglio S.r.l. - Milano

Abbonamenti/Subscriptions:

Valentina Fasolin e-mail: valentina.fasolin@tecnicheNuove.com
Alessandra Caltagirone e-mail: alessandra.caltagirone@tecnicheNuove.com
Sara Checchia e-mail: sara.checchia@tecnicheNuove.com
Domenica Sanrocco e-mail: domenica.sanrocco@tecnicheNuove.com
Tel 0239090261 - Fax 0239090335 abbonamenti@tecnicheNuove.com

Abbonamenti/Subscriptions:

Tariffe per l'Italia: cartaceo annuale € 60,00; cartaceo biennale € 110,00; digitale annuale € 45,00; Tariffe per l'Estero: digitale annuale € 45,00. Per abbonarsi a Tecnica Ospedaliera è sufficiente versare l'importo sul conto corrente postale n. 394270 oppure a mezzo vaglia o assegno bancario intestati a Tecniche Nuove Spa - Via Eritrea 21 - 20157 Milano. Gli abbonamenti decorrono dal mese successivo al ricevimento del pagamento. Costo copia singola € 2,70 (presso l'editore, fiere e manifestazioni) Copia arretrata (se disponibile) € 5,50 + spese di spedizione.

Ufficio commerciale-vendita spazi pubblicitari/Commercial department - sale of advertising spaces:

Milano - Via Eritrea, 21
Tel. 0239090283-39090272 - Fax 0239090411

Uffici regionali/Regional offices:

Bologna - Via di Corticella, 181/3
Tel. 051325511 - Tel. 051324647
Vicenza - Contrà S. Caterina, 29
Tel. 0444540233 - Fax 0444540270
E-mail: commerc@tecnicheNuove.com
Internet: http://www.tecnicheNuove.com

Stampa/Printing: New Press - via De Gasperi, 4 - Cemenate (CO)

Dichiarazione dell'Editore

La diffusione di questo fascicolo carta+on-line è di 17.563 copie

Responsabilità/Responsibility: la riproduzione delle illustrazioni e articoli pubblicati dalla rivista, nonché la loro traduzione è riservata e non può avvenire senza espressa autorizzazione della Casa Editrice. I manoscritti e le illustrazioni inviati alla redazione non saranno restituiti, anche se non pubblicati e la Casa Editrice non si assume responsabilità per il caso che si tratti di esemplari unici. La Casa Editrice non si assume responsabilità per i casi di eventuali errori contenuti negli articoli pubblicati o di errori in cui fosse incorsa nella loro riproduzione sulla rivista.

Associazioni/Associations

ANES ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIA DI SETTORE
Aderente a: Confindustria Cultura Italia

Organo Privilegiato A.I.C.

(Associazione Italiana Ingegneri Clinici)

Sotto gli auspici di S.I.T.O.
(Società Italiana di Tecnica Ospedaliera)

Periodicità/Frequency of publication: mensile - Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, DCB Milano

Registrazione/Registration: N. 17 del 16-1-1971 Tribunale di Milano - Iscritta al ROC Registro degli Operatori di Comunicazione al n° 6419 (delibera 236/01/Cons del 30.6.01 dell'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni) Testata volontariamente sottoposta a certificazione e diffusione in conformità al Regolamento

Tecniche Nuove pubblica inoltre le seguenti riviste/Tecniche Nuove also publishes the following magazines:

Tecniche Nuove pubblica inoltre le seguenti riviste/Tecniche Nuove also publishes the following magazines: AE Apparecchi Elettrodomestici, Automazione Integrata, Biotech, Commercio Iktromosanitario, Costruire in Laterizio, Cucina Naturale, DM Il Dentista Moderno, Elettro, Dermakos, Farmacia News, Fluid Trasmissioni di Potenza, Fonderia - Pressofusione, GEC Il Giornale del Cartolaio, Griffe, GT Il Giornale del Termoidraulico, HA Household Appliances Parts&Components, Hotel Domani, Il Commercio Edile, Il Latte, Il Pediatra, Il Progettista Industriale, Il tuo elettrodomestico, Imbottigliamento, Imprese Edili, Industria della Carta, Industrie 4.0, Italia Grafica, Kosmetica, La tua farmacia, Lamiera, L'Erborista, L'Impianto Elettrico, Logistica, Luce e Design, Macchine Agricole, Macchine Alimentari, Macchine Edili, Macchine Utensili, Medicina Integrata, Nautech, NCF Notiziario Chimico Farmaceutico, Oleodinamica Pneumatica, Organi di Trasmissione, Ortopedici e Sanitari, Plastik, Porte & Finestre, RCI, Serramenti + Design, Stampi Progettazione e Costruzione, Subfornitura News, Technofashion, Tecnica Calzaturiera, Tecnica Ospedaliera, Tecnologie del Filo, Tema Farmacia, TF Trattamenti e Finiture, Utensili e attrezzature, VVQ - Vigne, Vini e Qualità, Watt Aziende Distribuzione Mercato, ZeroSottoZero.

Rilevamento dell'infarto della parete destra o posteriore del cuore

Armando Ferraioli - bioingegnere, Studio di Ingegneria Medica e Clinica, Cava de' Tirreni (SA)

L'elettrocardiogramma (ECG) standard a 12 derivazioni fornisce informazioni non sufficienti per una diagnosi accurata dell'infarto del miocardio del ventricolo destro e/o posteriore. Derivazioni posteriori o precordiali destre fornirebbero, invece, importanti informazioni in queste aree specifiche. Una nuova tecnica offre l'opportunità, senza ulteriori elettrodi, di generare le forme d'onda per le derivazioni posteriori e precordiali del lato destro e analizzarle. I risultati mostrano l'accuratezza della tecnica riportata.

KEYWORDS

infarto acuto del miocardio,
ECG-18 derivazioni,
ECG sintetizzato

AMI, 18 - leads ECG,
Synthesized ECG

L'uso dell'ECG si è ormai consolidato in oltre un secolo di storia della medicina ed è la metodica di diagnosi strumentale più diffusa e alla portata di ospedali grandi e piccoli. L'elettrocardiografia è basata più su molteplici osservazioni di tipo empirico e clinico che su effettive conoscenze sperimentali, tuttavia un ECG può fornire molte informazioni in campo clinico e determinare scelte e comportamenti terapeutici irrinunciabili, specie in pronto soccorso. Un ECG fornisce informazioni rapide e poco costose per tempo e tecnologia richiesta, non solo sul come e quando il cuore si contrae ma anche circa una moltitudine di condizioni fisiologiche e patologiche di altri organi e apparati. L'ECG è la riproduzione grafica dell'attività elettrica del cuore durante il suo funzionamento, registrata dalla su-

perficie del corpo. In sintesi si può asserire che un ECG standard è la registrazione dell'attività elettrica del cuore esplorata contemporaneamente da dodici posizioni diverse e su due piani: quello frontale per le sei derivazioni periferiche rilevate dagli arti di cui 3 bipolari (I, II, III) e 3 unipolari (aVr, aVl e aVf) e quello trasversale per le 6 derivazioni precordiali unipolari (V1, V2, V3, V4, V5, V6).

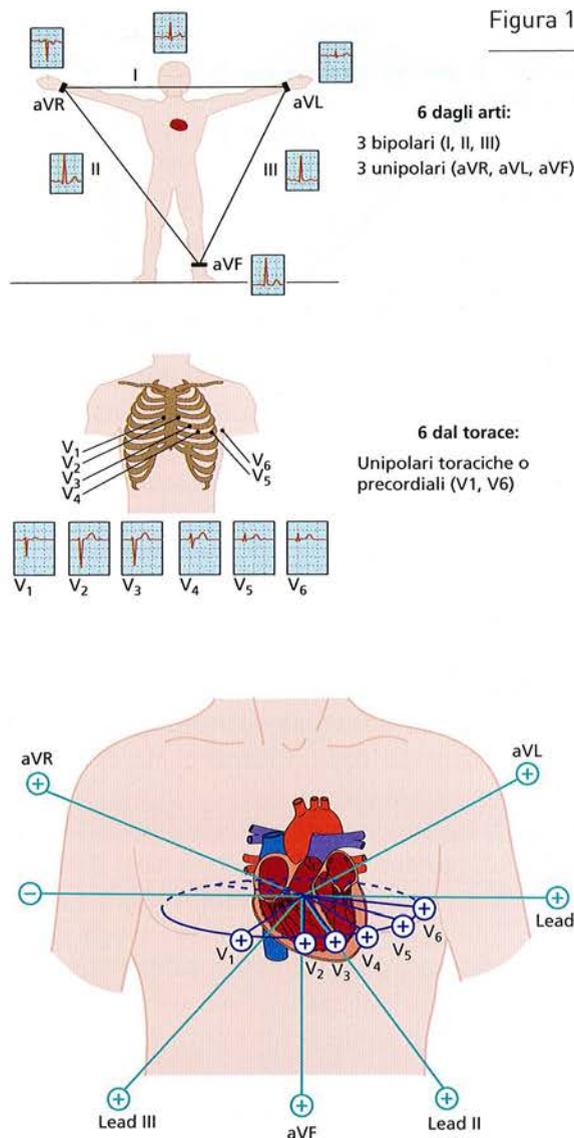
L'ECG nell'infarto del miocardio

La figura 1 riporta la posizione degli elettrodi. Il principio su cui si basa la misurazione dell'attività elettrica del cuore è fisiologico: l'insorgere degli impulsi nel miocardio porta alla generazione di differenze di potenziale, che variano nello spazio e nel tempo e che possono essere registrate tramite elettrodi. La registrazione della differenza di potenziale da parte di elettrodi posti sulla superficie corporea avviene grazie alla conducibilità dei liquidi interstiziali del corpo umano. Il tracciato elettrocardiografico è il metodo più facile, meno dispendioso e più pratico per osservare se l'attività elettrica del cuore è normale o vi sono patologie di natura meccanica o bioelettrica. Il normale tracciato ECG presenta un aspetto caratteristico che varia solo in presenza di problemi; esso è caratterizzato da diversi tratti ovvero onde, positive (quelle che si sviluppano in alto) e negative (quelle che si sviluppano in bas-

1 2 - leads electrocardiogram (ECGs) provide insufficient information for the accurate diagnosis of posterior and/or right ventricular acute myocardial infarction (AMI). Posterior chest leads and/or right-sided precordial leads provide important information of those specific areas. A new technique, without any supplementary electrode, gives the opportunity to generate waveforms in the synthesized posterior and right-sided precordial leads and analysis. The results show the accuracy of the analysis to provide useful information in diagnosis of posterior and/or right ventricular AMI.

so), indicate con le lettere da P a T che si ripetono a ogni ciclo cardiaco. Il comune ECG è quello standard a 12 derivazioni, mediante 10 elettrodi: i 6 elettrodi precordiali mostrano le 6 derivazioni unipolari toraciche, mentre i 4 elettrodi periferici mostrano le 6 derivazioni degli arti di cui 3 bipolari e 3 unipolari. Dall'osservazione del cuore attraverso le 12 derivazioni vengono fornite informazioni che conducono a una vasta gamma di applicazioni cliniche. Tuttavia alcune aree cardiache, specialmente variazioni patologiche nel ventricolo destro e nella parete posteriore, potrebbero non essere osservate dalle 12 derivazioni. L'infarto del miocardio (sindromi coronariche), che può essere definito come la morte di una parte del cuore o meglio di ventricolo sinistro (l'infarto destro è più raro), è causato dalla carenza di ossigeno, a sua volta causata da un'ostruzione di un ramo arterioso coronarico. L'infarto ventricolare destro si osserva in almeno il 50% dei casi di infarto acuto del miocardio della parete inferiore ed è associato all'aumento della mortalità e morbilità in ospedale. Pertanto, ottenere una diagnosi precoce dell'infarto concomitante del ventricolo destro in pazienti con AMI (infarto acuto del miocardio) della parete inferiore è clinicamente rilevante.

Gli infarti del miocardio si distinguono in due grandi famiglie: quelli con sovraslivellamento del tratto ST (STEMI in inglese) e quelli senza sovraslivellamento del tratto stesso (NSTEMI). Il tratto o segmento ST si trova generalmente sulla linea isoelettrica e non se ne discosta più di 1 mm al di sopra o al di sotto. In caso di danno muscolare conseguente a ischemia/infarto del miocardio, il tracciato ECG si modifica con allargamento dell'onda Q, sovraslivellamento del segmento ST e inversione dell'onda T. Per diagnosticare l'infarto acuto posteriore e l'infarto del miocardio ventricolare destro andrebbero posizionati differenti elettrodi oltre quelli standard delle 12 derivazioni, altrimenti la diagnosi sarebbe sottostimata ed eventuali interventi o trattamenti verrebbero ritardati. In particolare, gli elettrodi andrebbero posizionati anche sul dorso del paziente, dove però i tradizionali elettrodi a ventosa non potrebbero essere posizionati, anche perché il paziente dovrebbe essere rigirato e in molti casi, soprattutto in situazioni di emergenza, sarebbe difficoltoso apporre elettrodi posteriori con complicità per la procedura dell'esame. È pertanto clinicamente importante ottenere una diagnosi tempestiva dell'infarto concomitante del ventricolo destro in pazienti con infarto acuto del miocardio della parete inferiore.



18 derivazioni per acquisire maggiori informazioni

La nuova metodica "ECG sintetizzato a 18 derivazioni" utilizza le forme d'onda dell'ECG a 12 derivazioni per derivare matematicamente le forme d'onda dello stato del ventricolo destro e della parte posteriore del ventricolo sinistro, ovvero le derivazioni V3R, V4R e V5R e le forme d'onda della parete posteriore del ventricolo sinistro, ovvero V7, V8, e V9. Pertanto, la procedura di misura è la stessa per l'ECG a 12 derivazioni ma con l'acquisizione di maggiori informazioni che si ottengono dall'ECG sintetizzato a 18 derivazioni, molto utili per il rilevamento dell'infarto della parete ventricolare destra o della parete posteriore del ventricolo sinistro poiché l'ECG standard a 12 derivazioni, non valuta queste aree direttamente, mentre le derivazioni V7, V8 e V9 valutano la parete posteriore del ventricolo sinistro e le derivazioni V3R, V4R e V5R riflettono lo stato del ventricolo

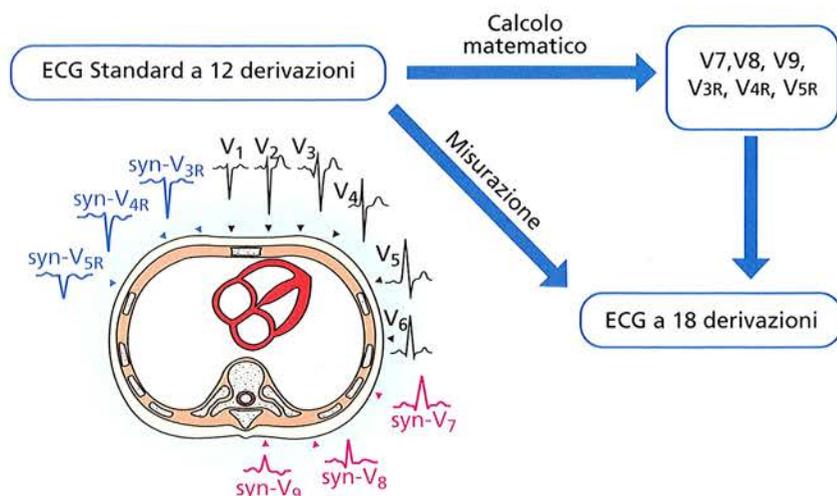


Figura 2

destro e la parete posteriore del ventricolo sinistro. In sintesi si può dire che l'infarto miocardico posteriore non è usualmente visibile con le derivazioni standard. La depressione del tratto ST è assente nelle derivazioni anteriori di alcuni pazienti che hanno il sovraslivellamento del tratto ST nelle derivazioni posteriori con il rallentamento della diagnosi e l'implementazione della terapia trombolitica. Dati rilevati negli Usa hanno dimostrato che oltre 200.000 pazienti l'anno possono essere portatori di occlusione coronarica non rilevata dall'ECG standard a 12 derivazioni. Il sovraslivellamento del tratto ST non viene rilevato dall'ECG standard a 12 derivazioni in oltre il 50% dei pazienti con infarto posteriore o circonflesso. L'ECG sintetizzato a 18 derivazioni derivato dalle 12 derivazioni può fornire forme d'onda virtuali della parete destra del torace (V3R, V4R e V5R) e delle derivazioni posteriori (V7, V8 e V9). Nella tecnologia degli elettrocardiografi specialistici, le informazioni vengono fornite da computazioni matematiche ancorché utilizzando le 12 derivazioni tradizionali senza ulteriore utilizzo di derivazioni addizionali o tecniche particolari. Nella recente letteratura medica, l'utilità dell'ECG sintetizzato a 18 derivazioni è già ampiamente dimostrato per la diagnosi dell'infarto acuto miocardico nel ventricolo destro o nella sindrome di Brugada. Il principio di funzionamento della nuova tecnica è che il vettore cardiaco (V) viene stimato utilizzando le 12 derivazioni standard (j) e proiettato in derivazioni addizionali (i). Nelle elaborazioni effettuate, ogni derivazione addizionale (i) viene derivata con un calcolo matriciale di ogni coefficiente (a) per ogni derivazione standard (j). Il coefficiente (a) viene ottenuto in precedenza da circa 150 registrazioni di ogni derivazione del lato destro dell'ECG con la metodica del minimo quadrato: $V_i = \sum_j a_{i,j} \cdot V_j$.

L'ECG standard a 12 derivazioni e l'ECG sintetizzato a 18 derivazioni vengono visualizzati utilizzando un viewer specialistico sulla stessa pagina brevettata da Nihon Kohden Inc. Il principio delle forme d'onda sintetizzate si basa sul fatto che i vettori cardioelettrici istantanei vengono misurati continuamente dai dati delle 12 derivazioni standard e l'ECG delle derivazioni virtuali destre (V3R, V4R, V5R) e delle derivazioni virtuali posteriori (V7, V8, V9) viene sintetizzato da questi dati. La figura 2 riporta un tracciato di forme d'onda realmente misurate e forme d'onda sintetizzate.

Le derivazioni V7, V8, V9 (elettrodi montati in estensione a V1, V2, V3, V4, V5, V6) e V3R, V4R, V5R (derivazioni simmetriche di V3, V4, V5 con gli elettrodi posizionati simmetricamente sul dorso), permettono una corretta diagnosi dell'infarto del miocardio posteriore, del cuore polmonare, dell'embolo polmonare, dell'infarto del ventricolo destro, dell'ipertrofia ventricolare destra, della distrocardia e delle altre malattie del ventricolo destro stress-correlate. Data la difficoltà di posizionare gli elettrodi sul retro del paziente (perché lo stesso dovrebbe stare in una posizione innaturale soprattutto in situazioni di emergenza), ne deriva la necessità di ricavare matematicamente queste derivazioni. La nuova tecnica utilizza delle relazioni tra i potenziali misurati dalle derivazioni standard, dal vettore cardiaco e dai vettori derivati per determinare il vettore cardiaco sulla base dei potenziali misurati da un rilevatore e calcolare i potenziali delle derivazioni estese utilizzando il vettore cardiaco determinato. L'algoritmo brevettato utilizza i potenziali misurati dal rilevatore e li elabora mediante i coefficienti di trasferimento α , che rappresentano una relazione tra le derivazioni. In sintesi, un elettrocardiografo con funzione di derivazioni estese comprende:

- un rilevatore di potenziali per misurare le 12 derivazioni standard,
- un software (algoritmo brevettato) che dai potenziali delle 12 derivazioni standard misurate calcola le derivazioni estese V7, V8, V9 e V3R, V4R e V5R.

Il principio dell'algoritmo è che i vettori della forza elettromotrice cardiaca istantanea sono calcolati in continuo dalle 12 derivazioni standard e sono processati matematicamente per ottenere le 6 derivazioni sintetizzate, cioè del torace destro e del torace postero-laterale (ovvero V3R, V4R, V5R e V7, V8, e V9), con il vantaggio di non richiedere ulteriori elettrodi, permettendo una diagnosi rapida del ventricolo posteriore sinistro o dell'infarto inferiore asso-

ciato all'infarto ventricolare destro. Tutte le variabili dell'ECG (incluse larghezza e ampiezza dell'onda P, larghezza e ampiezza del QRS, ampiezza dell'onda T e intervallo QT) sono automaticamente calcolate e individualmente comparate e correlate tra le registrazioni effettivamente misurate con i segnali sintetizzati calcolati per le derivazioni aggiuntive. Vengono calcolate le deviazioni standard mediante un'analisi di regressione lineare, utilizzata per valutare la consistenza delle variabili ECG e le forme d'onda e l'ECG sintetizzato. I segnali sintetizzati sono sovrapponibili per tutte le derivazioni estese. In conclusione, la nuova tecnologia elettrocardiografica rileva le 12 derivazioni standard dal paziente. Tutti i dati vengono digitalizzati dall'ECG standard e vengono processati istantaneamente con un campionamento di 1 KHz; essi vengono poi trasferiti in un sistema informativo per l'analisi e, mediante il software ECAPS 18 brevettato da Nihon Kohden, vengono generate automaticamente le derivazioni sintetizzate. Vi sono due modalità per calcolare queste derivazioni estese.

Prima modalità

Dai segnali delle 8 derivazioni ECG standard (I, II, V1, V2, V3, V4, V5, V6) ottenute dalle 12 derivazioni standard. Nell'ECG clinico, in accordo con la teoria delle derivazioni, la sorgente cardiaca in certo tempo arbitrario può essere espressa come un dipolo singolo fisso e un potenziale (V) in una localizzazione arbitraria, può essere determinata dalle equazioni:

$$V = L \cdot H \quad (1)$$

$$H = \begin{pmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{pmatrix} \quad L = \begin{pmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{pmatrix}$$

dove:

V = matrice dei potenziali

H = vettore cardiaco

L = vettore delle derivazioni.

Pertanto il vettore cardiaco H varia in funzione dell'attività elettrica del cuore e il prodotto interno del vettore H e del vettore L forniscono il potenziale cardiaco V misurato dall'elettrocardiografo. Poiché ogni vettore L è definito da valori specifici per ogni individuo, il potenziale cardiaco può essere determinato da un vettore spaziale di forza elettromotrice del cuore. In altre parole, il potenziale cardiaco di una derivazione arbitraria può essere determinato mediante 3 parametri. Dato che l'elettrocardiografo misura le 12 derivazio-

ni standard e pertanto le 8 innanzi citate, è possibile calcolare il potenziale ECG in una localizzazione arbitraria sulla superficie corporea, utilizzando questi segnali ECG. Per esempio, dove le derivazioni estese V7, V8, V9 e V3R, V4R, V5R vengono calcolate dai segnali ECG I, II, V1, V2, V3, V4, V5, V6, misurate dall'elettrocardiografo, ogni derivazione estesa può essere espressa secondo l'equazione:

$$V_i = \sum_j \alpha_{ij} \cdot V_j \quad (4)$$

dove:

- i indica un numero corrispondente alla derivazione estesa
- j indica un numero corrispondente a una derivazione standard
- α indica un coefficiente di trasferimento che rappresenta una relazione tra le derivazioni.

I parametri α sono costanti, teoricamente determinati dalla struttura toracica di ogni individuo, ma non note nell'equazione 4. Essi possono essere determinati con il calcolo minimo quadrato tra le misure delle derivazioni standard rilevate e le misure

Tabella 1.

	V3R	V4R	V5R
R • R' < 0.24 mV	97.3684	98.6842	98.6842
Q • Q' < 0.67 mV	99.3421	98.6842	98.6842
ST • ST' < 0.1 mV	97.3684	99.3421	99.3421
Correlazione >0.8	97.3684	94.7368	88.8158

	V7	V8	V9
R • R' < 0.46 mV	97.3684	98.6842	98.6842
Q • Q' < 0.05 mV	99.3421	98.6842	98.6842
ST • ST' < 0.1 mV	98.6755	98.6755	99.6755
Correlazione > 0.8	98.6755	90.0662	76.1589

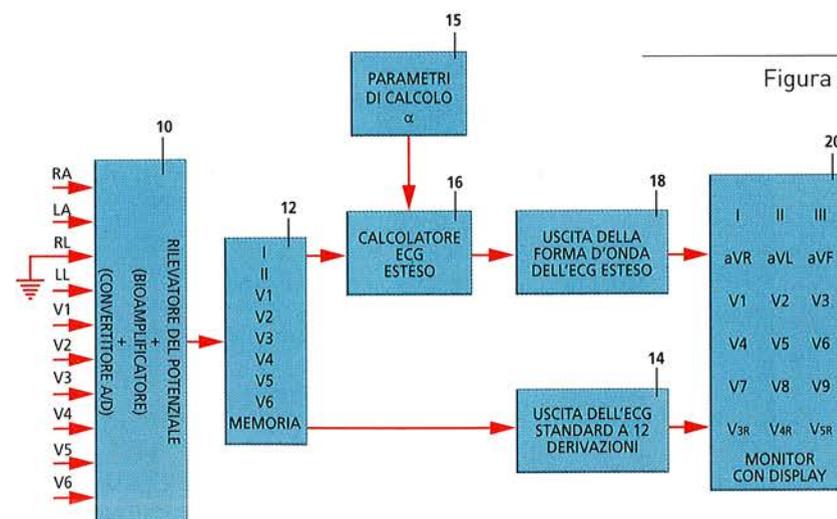


Figura 3

delle derivazioni estese calcolate in anticipo e sostituendole nell'equazione:

$$A = [V_j^T \cdot V_j]^{-1} \cdot V_j^T \cdot V_i \quad [5]$$

dove:

$$A = [a_{i,j}]$$

$$V_j = [V_{s,j}]$$

$$V_i = [V_{i,s}]$$

T = trasposizione di un vettore

s = campionamento di dati.

Determinando i parametri a come sopra, le derivazioni estese possono essere determinate immediatamente dai segnali ECG delle derivazioni standard mediante l'equazione 4. Di conseguenza i segnali

ECG delle derivazioni estese possono essere facilmente derivati dalle operazioni aritmetiche dai segnali delle 12 derivazioni standard misurate dal rilevatore di potenziali. La figura 3 mostra il diagramma a blocchi della configurazione di un elettrocardiografo con la funzione di derivazioni estese per ricavarle dalle derivazioni standard. Nel diagramma a blocchi, il 10 denota un rilevatore di potenziale per il rilievo dei segnali delle 12 derivazioni standard. Il rilevatore funziona come un bioamplificatore e un convertitore analogico/digitale (A/D) per la misura delle derivazioni standard. I segnali vengono immagazzinati in una memoria (12) che alimenta un dispositivo di uscita delle 12 forme d'onda dell'ECG standard (14) e contemporaneamente in un calcolatore per calcolare le derivazioni estese (16) utilizzando le misure delle derivazioni standard e i calcoli dei parametri a effettuati in precedenza e immagazzinati nella memoria (15) e le forme d'onda delle derivazioni estese vengono poi trasferite anche sul display del monitor (18) che le mostra contemporaneamente. I parametri di calcolo a possono essere i valori di un modello medio ottenuto da una popolazione di individui. Specificamente, i segnali ECG delle derivazioni standard e i potenziali delle derivazioni estese sono collezionate da una popolazione di pazienti, persone sane ecc. nel rilevatore di potenziale (10) per costruire un database nel calcolatore delle derivazioni estese (16). Poi il calcolatore calcola i parametri a di un modello medio dai dati del database e immagazzina i valori a nella memoria (15). I parametri a possono essere calcolati basandosi sull'equazione 5. Il sistema operativo dell'elettrocardiografo con la funzione di calcolo delle derivazioni estese può essere rappresentato come nel diagramma di flusso della figura 4. In sintesi, nell'elettrocardiografo il rilevatore di potenziale (10) prima misura i segnali dell'ECG standard del paziente e poi li immagazzina in una memoria di segnali ECG (12). Il calcolo dei parametri a preliminarmente settati nella memoria (15) vengono trasferiti nel calcolatore (16). Da allora in poi il calcolatore delle derivazioni estese (16) esegue le operazioni matematiche per calcolare i segnali ECG V7, V8, V9 e V3R, V4R, V5R delle derivazioni estese basate sui segnali dell'ECG del paziente immagazzinati in memoria (12) per calcolare i parametri a . Le operazioni matematiche per calcolare i segnali ECG delle derivazioni estese vengono eseguite utilizzando le seguenti equazioni:

$$V7 = a_{71} V_1 + a_{711} V_{11} + a_{7V1} V_{V1} + a_{7V2} V_{V2} + \dots + a_{7V6} V_{V6}$$

Figura 4

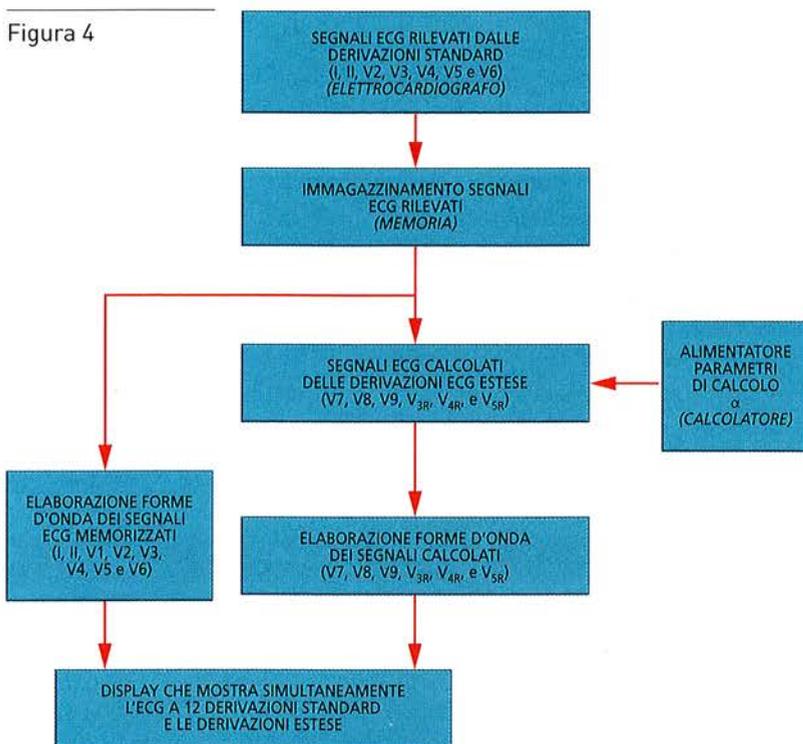
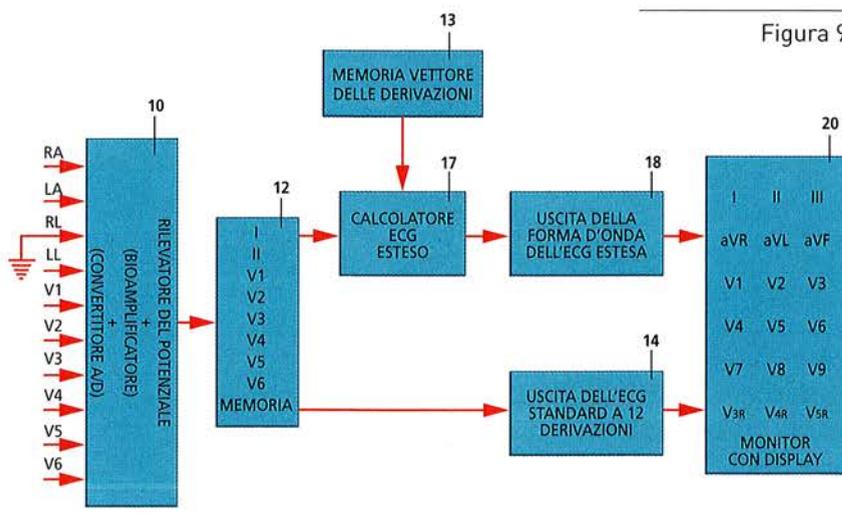


Figura 9



$$\begin{aligned}
 V8 &= a_{8I} V_I + a_{8II} V_{II} + a_{8V1} V_{V1} + a_{8V2} V_{V2} + \dots + a_{8V6} V_{V6} \\
 V9 &= a_{9I} V_I + a_{9II} V_{II} + a_{9V1} V_{V1} + a_{9V2} V_{V2} + \dots + a_{9V6} V_{V6} \\
 V3R &= a_{3RI} V_I + a_{3RII} V_{II} + a_{3RV1} V_{V1} + a_{3RV2} V_{V2} + \dots + a_{3RV6} V_{V6} \\
 V4R &= a_{4RI} V_I + a_{4RII} V_{II} + a_{4RV1} V_{V1} + a_{4RV2} V_{V2} + \dots + a_{4RV6} V_{V6} \\
 V5R &= a_{5RI} V_I + a_{5RII} V_{II} + a_{5RV1} V_{V1} + a_{5RV2} V_{V2} + \dots + a_{5RV6} V_{V6}
 \end{aligned}$$

I segnali delle derivazioni estese dell'ECG così calcolati vengono sottoposti a un'elaborazione delle forme d'onda dal dispositivo di uscita delle forme d'onda delle derivazioni estese (18) e i segnali ECG delle derivazioni standard immagazzinati nella memoria (12) sono sottoposte a un'elaborazione delle forme d'onda dal dispositivo (14) e i risultati mostrati sul display del monitor (20) che mostra sia le derivazioni standard sia quelle estese.

Seconda modalità

La seconda modalità differisce dalla prima in quanto le derivazioni estese vengono derivate utilizzando i vettori delle derivazioni, anziché i coefficienti di trasferimento α . Nell'ECG clinico la sorgente cardiaca in un certo tempo arbitrario può essere espressa come un dipolo singolo fisso e un potenziale (V) in una localizzazione arbitraria, può essere determinata dalle equazioni:

$$V = L \cdot H$$

$$H = \begin{pmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{pmatrix} \quad L = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix}$$

dove:

V = matrice dei potenziali

H = vettore cardiaco

L = vettore delle derivazioni.

Quando i potenziali misurati delle 12 derivazioni standard sono applicati a queste equazioni si ottiene:

$$\begin{pmatrix} L_1^T \\ L_{II}^T \\ L_1^T \\ L_2^T \\ L_3^T \\ L_4^T \\ L_5^T \\ L_6^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{pmatrix}$$

dove T rappresenta la trasposizione di un vettore. L'equazione (6) riduce la formula generale $L \cdot H = V$ e il vettore H viene ricavato da questa equazione ottenendo l'equazione:

$$H = (L^T \cdot L)^{-1} L^T \cdot V \quad (7)$$

Basandosi su questa equazione, i potenziali V delle derivazioni estese possono essere determinati dall'equazione:

$$\begin{pmatrix} L_7^T \\ L_8^T \\ L_9^T \\ L_{3R}^T \\ L_{4R}^T \\ L_{5R}^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_x \\ h_y \\ h_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_7 \\ V_8 \\ V_9 \\ V_{3R} \\ V_{4R} \\ V_{5R} \end{pmatrix}$$

La figura 5 mostra il diagramma a blocchi di un elettrocardiografo di questa tipologia. La differenza sta nella diversa elaborazione matematica effettuata dal calcolatore (17). Specificamente, questo calcolatore riceve i segnali I, II, V1, V2, V3, V4, V5, V6 dalla memoria (12) e recupera i vettori delle derivazioni memorizzate in una memoria di vettori (13) e determina il vettore H sulla base delle equazioni 6 e 7. Inoltre, il calcolatore (17) delle derivazioni ECG estese recupera i vettori L delle derivazioni estese dalla memoria (13) e calcola le derivazioni estese basandosi sull'equazione 6. Inizialmente, il rilevatore di potenziali (10) misura i segnali delle derivazioni standard del paziente e li immagazzina nella memoria (12). Dopodiché questi segnali vanno ad alimentare il calcolatore delle derivazioni dell'ECG esteso, che recupera i vettori delle derivazioni standard immagazzinati nella memoria (13) e il calcolatore (17) delle derivazioni estese determina il vettore H sulla base delle equazioni 4 e 5, utilizzando i vettori delle derivazioni standard. Successivamente i vettori delle derivazioni estese $L_7^T, L_8^T, L_9^T, L_{3R}^T, L_{4R}^T, L_{5R}^T$ vengono alimentati dalla memoria dei vettori (13) al calcolatore (17) delle derivazioni ECG estese. Di conseguenza il calcolatore (17) delle derivazioni estese calcola le derivazioni estese dal vettore H e dai vettori delle derivazioni estese, basandosi sull'equazione 8. Questi segnali sono in uscita al dispositivo (18) e assoggettati a un'elaborazione della forma d'onda i cui risultati sono mostrati sul display del monitor (20). I segnali delle derivazioni ECG standard immagazzinati nella memoria (12) vengono trasferiti al dispositivo (14) che elabora le forme d'onda e le mostra simultaneamente sul display del monitor (20). ■