

Maurizio Santomauro*, Carlo Duilio*, Livio Benedetto Tecchia*,
Carla Riganti†, Pierluigi Mottironi†, Giancarlo Roscio§, Salvatore Cassese*,
Federico Piscione*, Pasquale Perrone Filardi*

Tempi di erogazione di shock con i defibrillatori SEMIAUTOMATICI

*Dipartimento di
Medicina Clinica,
Scienze Cardiovascolari
e Immunologiche
"Università degli Studi
di Napoli, Federico II",
Napoli

†Direzione Sanitaria,
Azienda Ospedaliera
Universitaria Policlinico
"Federico II", Napoli

‡Ambulatorio di
Cardiologia, Senato della
Repubblica, Roma

§ASL Roma 2,
Ambulatorio Specialistico

RIASSUNTO

La defibrillazione è una procedura di grande utilizzo nelle emergenze cardiocircolatorie, tanto da essere inserita nelle manovre di rianimazione cardiopolmonare (RCP) di base oggi oramai praticate non solo dal personale medico e paramedico ma anche dai "laici".

I defibrillatori manuali sono apparecchi nei quali la valutazione del ritmo, l'impostazione della quantità di energia da erogare, la carica dei condensatori del defibrillatore e lo shock dipendono esclusivamente dall'operatore a cui compete l'interpretazione del ritmo elettrocardiografico, la selezione dell'energia da erogare, la modalità con la quale erogare lo shock (sincrono o asincrono), la carica dei condensatori del defibrillatore e l'erogazione dello shock.

L'uso del defibrillatore semiautomatico, invece, prevede solamente l'applicazione delle piastre adesive. A questo punto l'apparecchio analizza il ritmo cardiaco e se identifica una tachicardia ventricolare (TV) o la fibrillazione ventricolare (FV) carica automaticamente i condensatori per erogare lo shock; compito dell'operatore è solo quello di erogare la scarica.

Abbiamo valutato 1630 soccorritori laici, precedentemente addestrati all'uso del defibrillatore durante il corso BLS. A ciascun soccorritore è stato chiesto di utilizzare il defibrillatore durante una simulazione di un arresto cardiaco. Ogni soccorritore ha utilizzato 6 diversi modelli di defibrillatore in sequenza random: Esaote FRED easy, Laerdal AED FR2, Medtronic PhysioControl LifePak 500, Paramedic CU-ER1, Zoll AED Plus e Welch Allyn AED.

I tempi di utilizzo di ogni defibrillatore sono stati cronometrati in secondi a partire dal momento in cui veniva acceso l'apparecchio fino al momento di erogazione dello shock. Inoltre, abbiamo valutato 760 medici già addestrati all'uso di defibrillatori manuali. Abbiamo valutato i tempi di utilizzo di diversi dispositivi che erano dotati anche della modalità semiautomatica (Marquette Responder 3000, Laerdal HeartStart 4000 e Philips Heartstart XL).

Tutti i dati sono stati espressi come media + DS. Le variabili continue sono state confrontate tra i vari gruppi attraverso l'analisi ANOVA univariata. Le medie dei tempi di utilizzo sono state confrontate mediante test t di Student con correzione di Bonferroni. Una $P < 0,05$ è stata considerata statisticamente significativa. Tutti i dati sono stati analizzati con il software SPSS 16.0.

La media dei tempi di utilizzo dei diversi modelli di defibrillatore semiautomatico usati durante l'addestramento di BLS è stata: Zoll AED Plus: 74 ± 10 sec, Esaote FRED easy: 67 ± 11 sec, Laerdal AED: 49 ± 7 sec, Medtronic PhysioControl: 43 ± 6 sec, Paramedic CU-ER1: 34 ± 9 sec e Welch Allyn AED: 26 ± 3 sec.

La media dei tempi di utilizzo dei diversi modelli di defibrillatore usati in modalità semiautomatica è stata: Marquette Responder 3000: 34 ± 2 sec, Laerdal HeartStart 4000: 23 ± 2 sec e Philips Heartstart XL: 21 ± 2 sec.

Dal nostro studio appare evidente come per defibrillare un paziente colpito da arresto cardiaco sia importante avere defibrillatori semplici e funzionali e che siano presenti soccorritori adeguatamente addestrati al loro utilizzo. È importante puntare sull'immediatezza di utilizzo e sulla semplicità del design dell'apparecchio, riducendo le funzioni accessorie che inducono distrazione del soccorritore.

Parole chiave: rianimazione cardiopolmonare, defibrillatore semiautomatico, arresto cardiaco.

SUMMARY

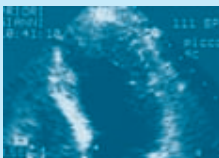
Defibrillation is one of the most important procedures during cardiac emergency; in fact, it is one of cardio-pulmonary resuscitation (CPR) steps performed by physician, paramedics and laymen.

The semiautomatic defibrillator is constituted by: a condenser in which is accumulated the whole quantity of electric energy necessary to deliver a discharge; two paddles e/o patches; a monitor which visualizes cardiac electric activity; a printer for the recording of ECG.

The operator has only the duty of the positioning of the paddles, always adhesive. After this step the semiautomatic defibrillator analyzes cardiac rhythm and if it identifies a ventricular tachycardia (VT) or a ventricular fibrillation (VF) it loads automatically the condenser to deliver the shock. At that point the operator has only the duty to deliver the shock.

The automatic defibrillators provide only for the positioning of the paddles by the operator. After this step the device analyzes cardiac rhythm and when it identifies a VT or FV loads the condenser and automatically delivers the shock.

We enrolled 1630 rescuers, who were trained about the use of defibrillator during the BLS



training day. To each rescuers were asked to use the defibrillator during a cardiac arrest simulation. Each rescuer used six different defibrillator models, in a random way: Esaote FRED easy, Laerdal AED FR2, Medtronic PhysioControl, Paramedic CU-ER1, Zoll AED Plus and Welch Allyn AED.

Moreover, we enrolled 760 physicians previously trained to the use of manual defibrillators. We evaluated the time of utilization of three devices (Marquette Responder 3000, Laerdal HeartStart 4000, Philips Heartstart XL) in the semiautomatic mode.

The mean of utilization time of the different defibrillator models used during BLS training was: Zoll AED Plus: 74 ± 10 sec, Esaote FRED easy: 67 ± 11 sec, Laerdal AED: 49 ± 7 sec, Medtronic PhysioControl LifePak 500: 43 ± 6 sec, Paramedic CU-ER1: 34 ± 9 sec and Welch Allyn AED: 26 ± 3 sec.

The mean of utilization time of manual defibrillators used in semiautomatic mode was: Marquette Responder 3000: 34 ± 2 sec, Laerdal HeartStart 4000: 23 ± 2 sec and Philips Heartstart XL: 21 ± 2 sec.

Our study focuses on the importance to have friendly-use devices, without many functions to choose, and, most of all, rescuers trained to the use of defibrillators.

Key words: cardio-pulmonary resuscitation, semiautomatic defibrillator, cardiac arrest.

Introduzione

La defibrillazione è una procedura di grande utilizzo nelle emergenze cardiocircolatorie, tanto da essere inserita nelle manovre di rianimazione cardiopolmonare (RCP) di base, oggi oramai praticate non solo da personale medico e paramedico, ma anche da "laici" (Polizia di Stato, Arma dei Carabinieri ecc.), al fine di offrire un intervento "salva vita" nel minor tempo possibile, considerando che la sopravvivenza si riduce del 10% per ogni minuto trascorso dall'inizio dell'arresto cardiaco (AC).

Il defibrillatore semiautomatico è composto da: *un condensatore* in cui viene accumulata tutta la quantità di energia elettrica necessaria per erogare la scarica; *due piastre e/o placche adesive*; *un monitor* che permette di visualizzare l'attività elettrica cardiaca e una stampante per la registrazione dell'ECG.¹⁻⁶

L'uso del defibrillatore semiautomatico prevede, in prima istanza, l'applicazione delle piastre adesive. Una volta eseguita questa semplice operazione, l'apparecchio analizza il ritmo cardiaco e, se identifica una tachicardia ventricolare (TV) o la fibrillazione ventricolare (FV), cosiddetti "ritmi defibrillabili", carica automaticamente i condensatori per erogare lo shock; compito dell'operatore è solo quello di erogare la scarica.

I defibrillatori automatici prevedono da parte dell'operatore l'esclusiva applicazione delle piastre adesive. In seguito, l'apparecchio analizza il ritmo cardiaco e, una volta identificato un ritmo defibrillabile, carica i condensatori ed eroga lo shock automaticamente.⁷⁻¹⁰

L'energia che attraversa il cuore quando si eroga una scarica elettrica dipende da vari fattori:

1. *L'impedenza*: condizionata dalle dimensioni delle placche, dal corretto contatto tra le placche e la cute, dalla pressione esercitata sulle placche al fine di ridurre lo spazio aereo polmonare tra parete toracica e cuore.
2. *La quantità erogata*: l'energia erogata da un defibrillatore si misura in joule (J). Il joule misura un lavoro, ed esprime il watt in un secondo. La quantità di energia elettrica usata comunemente varia da 150 a 200 J per gli shock bifasici, fino a 360 J per gli shock monofasici nell'adulto; in età pediatrica i defibrillatori erogano 50 J.
3. *Il tempo di erogazione*: variabile da 3 a 10 msec.
4. *La forma d'onda*: le forme d'onda più comunemente usate sono l'onda monofasica sinusoidale della durata variabile da 3 a 5 msec (tale onda parte da 0, raggiunge un massimo e ridiscende fino allo 0) e l'onda bifasica sinusoidale della durata da 5 a 10 msec (tale onda parte da 0, raggiunge un certo valore in positivo, ridiscende passando per lo 0 e raggiunge un certo valore nella direzione opposta per poi tornare a 0).

Attualmente le evidenze scientifiche hanno dimostrato che l'onda bifasica è più efficace di quella

monofasica, producendo, a parità di energia, minori effetti lesivi a livello miocardico.¹¹⁻¹⁵

Materiali e metodi

Nella nostra esperienza di addestramento alle manovre di BLS/D abbiamo valutato l'utilizzo di 15 differenti defibrillatori semiautomatici per valutarne le modalità e i tempi di utilizzo.

Abbiamo addestrato 1630 soccorritori laici (volontari della Polizia di Stato, volontari dell'Arma dei Carabinieri, volontari della Polizia Stradale, volontari della Protezione Civile), precedentemente istruiti all'uso del defibrillatore durante il corso BLS/D. A ciascun soccorritore è stato chiesto di utilizzare il defibrillatore durante una simulazione di un AC. Ogni soccorritore ha utilizzato 6 diversi modelli di defibrillatore in sequenza random: FRED Easy (CFI srl Esaote-Schiller, Milano, Italia), AED FR2 (Laerdal Italia s.r.l, Bologna, Italia), LifePak 500 (Medtronic Italia s.p.a., S. San Giovanni, Milano, Italia), Paramedic CU-ER1 (Dongwha Medical Instruments Complex, Gangwon, Korea), AED Plus (Zoll Medical Corporation, Chelmsford,

MA, USA), AED Welch Allyn (Welch Allyn Inc. Corporate Headquarters, Skaneateles Falls, NY, USA). Le caratteristiche principali di ciascun defibrillatore sono sintetizzate nella Tabella I. I tempi di utilizzo di ogni defibrillatore sono stati cronometrati in secondi a partire dal momento in cui veniva acceso l'apparecchio fino al momento di erogazione dello shock.

Zoll - AED Plus

Il defibrillatore AED Plus è in grado di erogare un'onda bifasica rettilinea con shock da 120 a 200 J. Tra le caratteristiche del defibrillatore vi è la presenza del CPR-D pad, un elettrodo pre-connesso costituito da un'unica struttura, che dovrebbe evitare eventuali errori di posizionamento delle placche. Inoltre è presente un aiuto acustico e visivo che guida l'operatore.

Laerdal - AED FR2

Questo defibrillatore leggero, ma robusto e di facile impiego, consente ai soccorritori di eseguire la terapia di defibrillazione non appena giunti sul posto. La sua forma d'onda SMART Biphasic consente l'erogazione di shock bifasici a 150 J.

TABELLA I.
Caratteristiche dei defibrillatori semiautomatici in accordo con le specifiche tecniche fornite dalle case produttrici.

	Forma d'onda	Energia	Tempo di carica	Istruzioni acustiche	Istruzioni visive	Pulsanti da azionare	Elettrodi pre-connessi	Efficacia shock erogato
AED Plus (Zoll)	Bifasica	120-150-200 J	< 10 sec	Si	Si	3	Si	99%
Laerdal AED FR2 (Laerdal)	Bifasica	150 J x 3 adulti; 50 J x 3 bambini	10 sec	Si	Si	2	No	-
FRED easy (Esaote-Schiller)	Bifasica	90-130-150 J adulti; 15-30-50 J bambini	< 10 sec	Si	Si	2	No	87,1%
LifePak 500 (Medtronic)	Bifasica	200-200-360 J; 200-300-360 J	200 J < 9 sec; 360 J < 15 sec	Si	Si	4	Si	100%
Paramedic CU-ER1 (CU Medical System)	Bifasica	150 J con carico di 50 ohm	< 10 sec	Si	Si	2	-	-
Welch Allyn AED 10 (Welch Allyn)	Bifasica	150-200-300 J; 200-300-360 J	150 J < 5 sec; 360 J < 15 sec	Si	Si	4	Si	-

Esaote/Schiller - FRED Easy

Il FRED Easy è un defibrillatore semiautomatico che usa una tecnologia bifasica Multipulse Biowave, in grado di erogare shock bifasici da 90 a 150 J.

Medtronic - LifePak 500

Il defibrillatore LifePak 500 utilizza la tecnologia bifasica ADAPTIVE o lo standard dell'industria Edmark. Il dispositivo utilizza come sistema di analisi del segnale lo Shock Advisory System. Le caratteristiche includono gli elettrodi pre-connessi QUIK-COMBO che permettono di erogare shock bifasici da 200 a 360 J.

CU Medical System - Paramedic CU-ER1

Il Paramedic CU-ER1 è un defibrillatore capace di erogare shock bifasici a 150 J.

Welch Allyn - AED 10

Il defibrillatore Welch Allyn AED 10 presenta una struttura compatta, può erogare shock bifasici a 150 J a 360 J.

Analisi statistica

Tutti i dati sono espressi come media \pm DS. Le variabili continue sono state confrontate tra i vari gruppi attraverso l'analisi ANOVA univariata. Le medie dei tempi di utilizzo sono state confrontate mediante test t di Student con correzione di Bonferroni. Una $P < 0,05$ è stata considerata statisticamente significativa. Tutti i dati sono stati analizzati con il software SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Risultati

La media dei tempi di utilizzo dei diversi modelli di defibrillatore **semiautomatici** usati durante l'addestramento di BLS è stata: Zoll AED Plus: 74 ± 10 sec, Esaote FRED easy: 67 ± 11 sec, Laerdal AED: 49 ± 7 sec, Medtronic

PhysioControl LifePak 500: 43 ± 6 sec, Paramedic CU-ER1: 34 ± 9 sec e Welch Allyn AED: 26 ± 3 sec. Da questi risultati appare evidente come i minori tempi di utilizzo siano stati effettuati con il defibrillatore Welch Allyn AED, mentre il defibrillatore Zoll AED Plus ha mostrato un maggiore tempo di utilizzo ($P < 0,0001$). Il defibrillatore Zoll AED Plus ha mostrato tempi di analisi troppo lunghi. L'Esaote FRED easy, il Laerdal AED e il Medtronic PhysioControl non hanno presentato particolari difficoltà. Il Paramedic CU-ER1 ha presentato alcune difficoltà nell'accensione e presentava un segnale acustico anche durante la carica, che spesso veniva confuso dall'operatore con il segnale di shock. Il Welch Allyn AED ha mostrato un facile utilizzo, e un'ottima rapidità di esecuzione avendo il vantaggio di presentare il connettore già inserito al momento dell'apertura dell'apparecchio.

La media dei tempi di utilizzo dei defibrillatori usati in modalità **manuale** dal personale medico è stata: Zoll M Series: 18 ± 2 sec, Marquette Responder 3000: 20 ± 2 sec, Laerdal HeartStart 4000: 15 ± 2 sec, Philips Heartstart XL: 15 ± 2 sec e HP Code Master: 16 ± 2 sec. Da questi risultati appare evidente che i tempi di utilizzo, svolto da personale medico addestrato, sono stati sovrapponibili tra i vari modelli e in stretta dipendenza con la capacità di interpretazione dell'elettrocardiogramma dei medici utilizzatori.

Confrontando le medie dei tempi di utilizzo per ciascun gruppo di defibrillatori abbiamo valutato i tempi dei defibrillatori semiautomatici utilizzati dal personale laico addestrato al BLS verso i modelli manuali dei defibrillatori usati dai medici addestrati durante il corso ACLS. Dai confronti delle medie si evidenzia un minore tempo di utilizzo per i defibrillatori in modalità manuale sia nei confronti dei defibrillatori semiautomatici usati durante il corso di BLS ($P < 0,0001$) sia nei confronti dei defibrillatori manuali utilizzati in modalità semiautomatica ($P < 0,05$). Inoltre, da un confronto tra il tempo di utilizzo per i defibrillatori manuali usati in

modalità semiautomatica da parte del personale medico, rispetto ai defibrillatori semiautomatici usati dal personale laico dopo il corso BLS-D si è evidenziato un tempo minore per i primi modelli.

Discussione

Ogni tipo di defibrillatore presenta caratteristiche peculiari che hanno lo scopo di rendere più semplice e sicuro l'utilizzo in caso di primo soccorso. Il confronto dei diversi tipi di defibrillatori effettuato nel nostro studio evidenzia quali caratteristiche siano principalmente interessate nel ridurre i tempi di utilizzo. Dai nostri dati appare evidente come i minori tempi di utilizzo all'interno dei defibrillatori semiautomatici usati durante il corso di BLS-D siano stati effettuati dagli apparecchi Paramedic CU-ER1 e Welch Allyn AED 10, che hanno mostrato un più facile utilizzo per le dimensioni e il design e per alcune caratteristiche quali il connettore pre-connesso nel Welch Allyn AED 10. Il defibrillatore Zoll AED Plus, invece, ha evidenziato tempi di utilizzo molto lunghi per diversi motivi tra cui il tasto di accensione e di shock poco evidenti. Inoltre presentava tempi di analisi molto lunghi a causa delle istruzioni visive e vocali che ripercorrevano tutti gli stadi del soccorso. Pertanto aumentava significativamente i tempi di defibrillazione. L'Esate FRED easy, il Laerdal AED FR2 e il Medtronic LifePak 500 hanno mostrato tempi di utilizzo intermedi, non presentando particolari difficoltà di apertura dell'apparecchio e di visibilità dei tasti di comando.

Nella valutazione dei defibrillatori usati in modalità manuale dobbiamo considerare che i medici che hanno utilizzato gli apparecchi avevano già dimestichezza con le modalità di utilizzo. Infatti dai dati ottenuti appare evidente come i defibrillatori manuali presentino tempi di utilizzo sovrapponibili tra loro, ma notevolmente ridotti rispetto ai defibrillatori semiautomatici. I ridotti tempi di utilizzo sono dovuti alla veloce

analisi del ritmo e al riconoscimento di ritmi defibrillabili effettuato dai medici. Nel confronto tra i defibrillatori manuali con modalità semiautomatica e quelli usati durante il corso BLS-D appare evidente una notevole riduzione dei tempi di utilizzo per gli apparecchi manuali usati in modalità semiautomatica. Ciò potrebbe essere dovuto sia a un migliore addestramento da parte dei medici che avevano eseguito un corso ACLS, sia a un più rapido algoritmo di riconoscimento inserito nei modelli ibridi manuali e semiautomatici.^{12,13}

Conclusioni

Dal nostro studio appare evidente come per defibrillare un paziente colpito da arresto cardiaco sia importante avere defibrillatori semplici e funzionali e che siano presenti soccorritori adeguatamente addestrati al loro utilizzo. È importante puntare sull'immediatezza di utilizzo e sulla semplicità del design dell'apparecchio, riducendo le funzioni accessorie che inducono distrazione del soccorritore. Allo stesso tempo è importante addestrare con accuratezza personale sanitario e laico all'utilizzo del defibrillatore, garantendo un addestramento continuo e aggiornato, che possa assicurare un soccorso rapido ed efficace.

Bibliografia

1. Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, et al.: Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2002;106:1065-1070.
2. Lazzam C, McCans JL: Predictors of survival of in-hospital cardiac arrest. *Can J Cardiol* 1991;7:113-116.
3. Sachs RG, Kerwin J: Automated external defibrillators and sudden cardiac arrest. *N J Med* 2001;98:39-41.
4. Marengo JP, Wang PJ, Link MS, et al.: Improving survival from sudden cardiac arrest: the role of automated external defibrillator. *JAMA* 2001;285:1193-1200.
5. Martens PR, Russell JK, Wolcke B, et al.: Optimal Response to Cardiac Arrest Study: defibrillation waveform effects. *Resuscitation* 2001;49:233-243.

6. Walker RG, Melnick SB, Chapman FW, et al.: Comparison of six clinically used external defibrillators swine. *Resuscitation* 2003;57:73-83.
7. Santomauro M: Manuale pratico: Guida alla scelta del defibrillatore. Edizioni SIC Education 2005.
8. White RD, Hankins DG, Atkinson EJ: Patient outcomes following defibrillation with a low energy biphasic truncated exponential waveform in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2001;49:9-14.
9. Kerber R, Becker LB, Bourland JD, et al.: Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendation for specifying and reporting arrhythmia analysis, algorithm performance, incorporating new wave forms, and enhancing safety. *Circulation* 1997;95:1677-1682.
10. Santomauro M, Ottaviano L, Borrelli A, et al.: Role of a semiautomatic defibrillator in a general hospital: "Naples Heart Project". *Resuscitation* 2004;61:183-188.
11. Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA, et al.: ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Eur Heart J* 2004;25:437-445.
12. Kaye W, Mancini ME, Giuliano KK, et al.: Strengthening the in-hospital chain of survival with rapid defibrillation by first responders using automated external defibrillators: training and retention issues. *Ann Emerg Med* 1995;25:163-168.
13. Santomauro M, Ottaviano L, Borrelli A, et al.: In hospital cardiac arrest: are we sufficient equipped and prepared to face it? Proceedings of Eighth International Workshop on Cardiac Arrhythmias-Venice October 5-8,2003. In Raviele A (Ed.) Springer Verlag, 2003:238-243.
14. Kellerman AL, Hackman BB, Somes G, et al.: Impact of first-responder defibrillation in an urban emergency medical services system. *JAMA* 1993;270:1708-1713.
15. Jorgenson DB, Skarr T, Russell JK, et al.: AED use in businesses, public facilities and homes by minimally trained first responders. *Resuscitation* 2003;59:225-233.