



La defibrillazione a bassa energia

Un'introduzione alla tecnologia Bifasica



SEDA S.p.A.

Via Tolstoj 7

20090 Trezzano S/N (Milano)

Tel 02/48424.1; Fax 02/48424290

sito internet: www.sedaitaly.it

certificazione UNI EN ISO 9002



Introduzione

Sperimentata negli anni '50, la tecnologia della defibrillazione è rimasta sostanzialmente immutata per vari decenni. In mancanza di una scelta effettiva, medici e personale di soccorso hanno defibrillato un numero indefinito di pazienti senza considerare gli effetti collaterali della defibrillazione ad alta energia. Il passaggio della tecnologia bifasica dai defibrillatori impiantabili ai defibrillatori esterni ha modificato questa convenzione.

Un crescente numero di studi mostra come la defibrillazione bifasica esterna a bassa energia è efficace almeno come quella monofasica ad alta energia. Inoltre, la disponibilità commerciale di defibrillatori bifasici ha comportato un'accurata analisi dei potenziali effetti collaterali dei sistemi ad alta energia.

Gli shock per la defibrillazione sono comunemente caratterizzati dalla quantità di energia scaricata (es. 200,300 oppure 360 Joule). In alternativa possono essere descritti mediante le forme d'onda della corrente erogata (Ampere) o della tensione applicata (Volt) in funzione del tempo.

Le forme d'onda per la defibrillazione sono generate dalla scarica di un condensatore attraverso il paziente. La capacità del condensatore, il percorso della corrente e l'effetto di ulteriori elementi inseriti nel percorso determinano la forma d'onda della scarica.

Le forme d'onda sono utilizzate generalmente per classificare la tecnologia di defibrillazione.

Forme d'onda per la defibrillazione

La forma d'onda descrive l'erogazione dell'energia, cioè la corrente, in funzione del tempo. È importante notare che, sebbene solitamente venga impostata l'energia in Joule, in realtà è la corrente risultante che defibrilla o cardioverte.

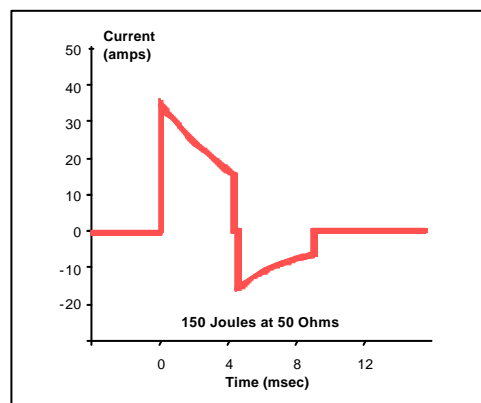
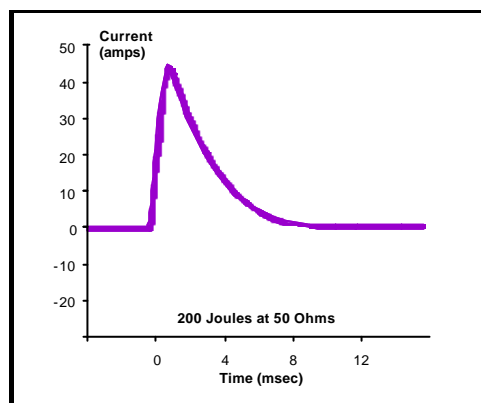
L'onda sinusoidale smorzata, mostrata a sinistra, è stata utilizzata per la defibrillazione esterna sin dagli anni '60. L'efficacia di quest'onda è fortemente limitata nei pazienti con un'alta impedenza transtoracica. Aumentare l'energia (e di conseguenza la corrente) è l'unica possibilità per questo tipo di pazienti.

Usando energie nell'ordine di 360 J, la corrente erogata da un defibrillatore monofasico può superare i 60 A.

Una serie di dati mostra come l'utilizzo di un'alta energia nella defibrillazione possa causare un'importante disfunzione miocardica dopo lo shock.

Nella figura di destra è mostrata una tipica onda bifasica. Il rilascio dell'energia avviene in due fasi. La prima fase, che è indicata nella porzione positiva, rappresenta un flusso di corrente che entra dallo sterno e va verso la piastra apicale. La seconda fase, rappresentata dalla porzione negativa, indica un flusso di corrente nella direzione opposta.

La forma d'onda esponenziale bifasica troncata (BTE) è





stata sviluppata per i defibrillatori impiantabili, dove le variazioni di impedenza sono ininfluenti, con lo scopo di diminuire la dimensione delle batterie ed estenderne la durata. Nel momento in cui viene utilizzata per la defibrillazione esterna si verifica un adattamento passivo all'impedenza. Ciò si traduce in un cambiamento della forma d'onda, cioè una variazione nella durata e nell'ampiezza, come si potrà notare in seguito.

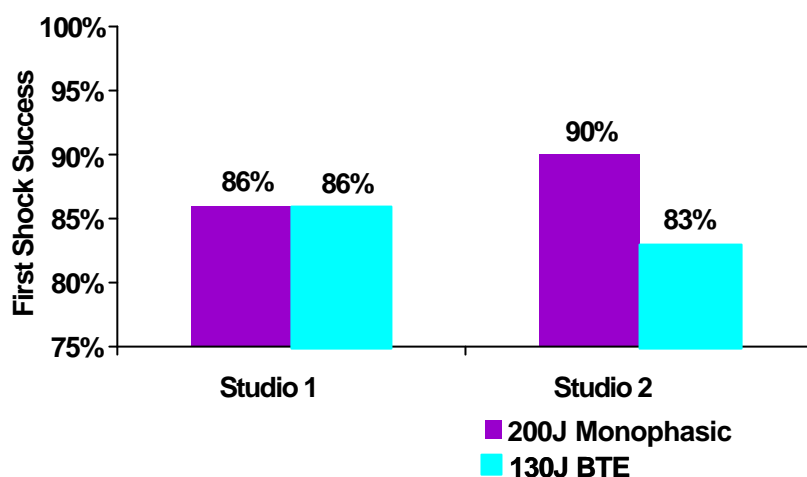
Gli stessi risultati con meno energia

Studi randomizzati per la valutazione della forma d'onda BTE nella defibrillazione esterna hanno mostrato che generalmente si ottengono le stesse prestazioni dell'onda monofasica sinusoidale smorzata con livelli di energia più bassi.

Lo studio 1 è uno studio prospettico che confronta l'efficacia dell'onda bifasica esponenziale troncata a bassa energia con l'onda monofasica sinusoidale smorzata ad alta energia. I risultati sono ricavati da 316 pazienti durante

l'impianto o test transvenoso di un ICD. L'efficacia al primo shock è la stessa sia per l'onda monofasica sia per quella bifasica. Lo slivellamento del tratto ST, misurato 10 secondi dopo lo shock in 151 pazienti, è significativamente maggiore per i pazienti trattati con lo shock monofasico ($-0,26 \pm 1,58$ vs. $-1,86 \pm 1,93$ mm; $p < 0,0001$).

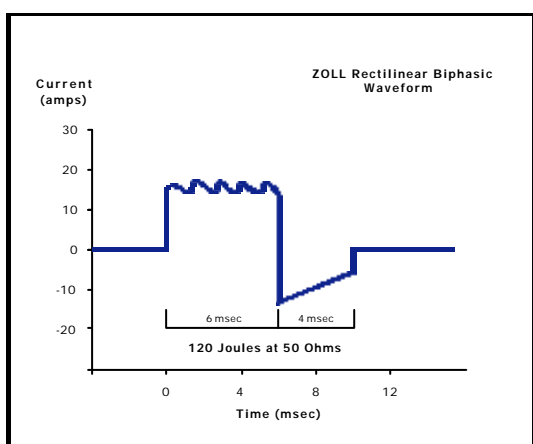
Il secondo studio non ha mostrato differenze fra shock con onda BTE a 130 J e shock con onda monofasica a 200J su 115 pazienti sottoposti a impianto ICD o studio elettrofisiologico.



¹ Heere JM, et al. *Circulation*. Supplement 1998; 96:1-173.

² Bardy GH, et al. *Circulation*. 1996; 94: 2507-2514.

Onda rettilinea bifasica



L'onda bifasica rettilinea è stata sviluppata appositamente per la defibrillazione esterna. Si è cercato di migliorare la precedente onda bifasica eliminando i picchi di corrente e stabilizzando la forma d'onda a fronte di variazioni nell'impedenza del paziente. L'onda bifasica rettilinea è caratterizzata da due distinte proprietà. La prima proprietà è una fase iniziale che riduce i picchi di corrente erogando essenzialmente una corrente costante. Ciò si ottiene controllando l'impedenza totale del circuito di defibrillazione, composto dall'impedenza del paziente e dall'impedenza del defibrillatore.



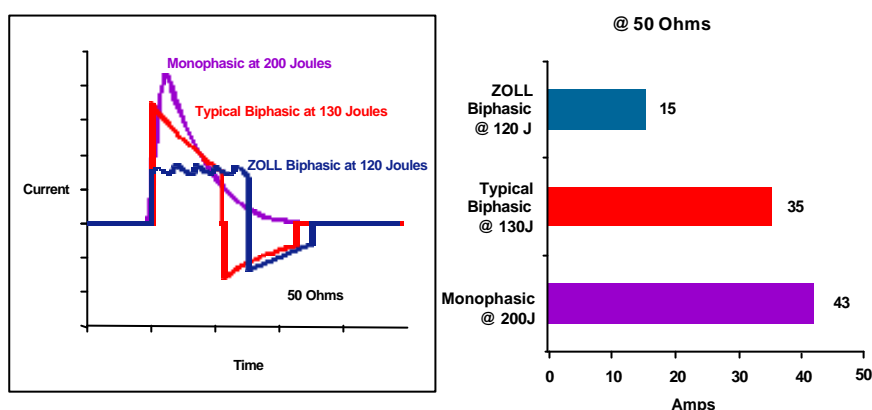
Quando l'impedenza del paziente è alta, una serie di resistori a controllo digitale abbassano la resistenza del defibrillatore per mantenere costante l'intensità di corrente. Viceversa, quando l'impedenza del paziente è bassa, la resistenza del defibrillatore viene aumentata.

La seconda caratteristica è la durata fissa di ciascuna fase. Indipendentemente dall'impedenza del paziente, la prima e la seconda fase durano rispettivamente 6 e 4 ms.

L'importanza della durata di ciascuna fase nell'efficacia dell'onda bifasica è ben nota in letteratura. Molti studi hanno mostrato che se la durata delle fasi cambia, anche l'efficacia della forma d'onda ne risente. In generale, forme d'onda costanti ottengono performance più soddisfacenti.

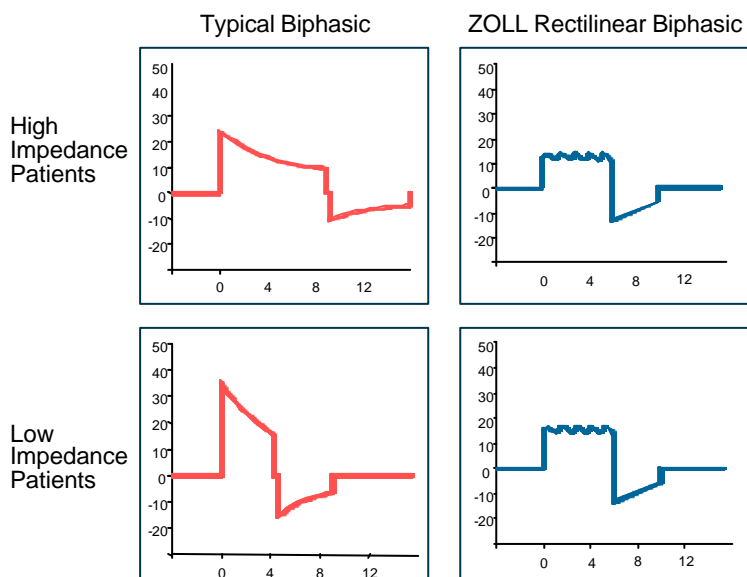
Confronto fra picchi di corrente

La corrente è un aspetto critico della defibrillazione. Alcuni studi hanno mostrato che, mentre il successo della defibrillazione dipende dalla corrente media, i picchi di corrente possono causare disfunzioni nel miocardio. La figura presenta un confronto fra le diverse correnti di picco erogate.



Il grafico a destra è ottenuto sovrapponendo le tre forme d'onda che sono state discusse. Sebbene la forma d'onda bifasica esponenziale troncata mostri un picco di corrente inferiore rispetto alla forma d'onda monofasica, la corrente di picco erogata con l'onda bifasica rettilinea è ancora più bassa, inferiore del 65% rispetto all'onda monofasica.

Effetto dell'impedenza del paziente



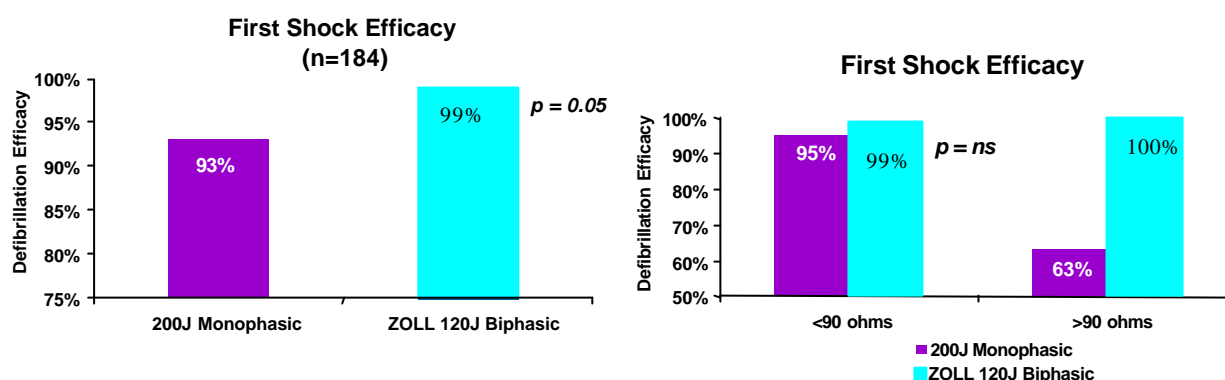
La figura a sinistra mostra la differente risposta all'impedenza del paziente nel caso dell'onda rettilinea bifasica e dell'onda BTE. Mentre la forma dell'onda BTE si modifica in funzione dell'impedenza del paziente, l'onda rettilinea bifasica rimane invariata nella forma e nella durata. La stabilità della forma d'onda risulta importante per il conseguimento di risultati clinici ottimali.



Un precedente lavoro ha dimostrato che la variazione nella durata della forma d'onda modifica la soglia di defibrillazione (DFT) e, di conseguenza, l'efficacia del trattamento.

Soprattutto è stato dimostrato come alcune forme d'onda bifasiche siano meno efficaci di quelle ottenute con tecnologia monofasica. Da questa figura si deduce che le forme s'onda bifasiche non sono tutte uguali. Suggerisce inoltre che queste debbano essere valutate sulla base dei risultati clinici.

L'onda rettilinea bifasica è superiore per la fibrillazione ventricolare



In uno studio multicentrico, prospettico, sono stati suddivisi casualmente 184 pazienti in due gruppi sottoposti a impianto ICD e sono stati trattati con un defibrillatore monofasico oppure bifasico.

I pazienti sottoposti al trattamento monofasico sono stati defibrillati con un livello di energia crescente pari a 200-300-360J. I pazienti sottoposti al trattamento bifasico hanno ricevuto dei livelli di energia pari a 120-150-170J.

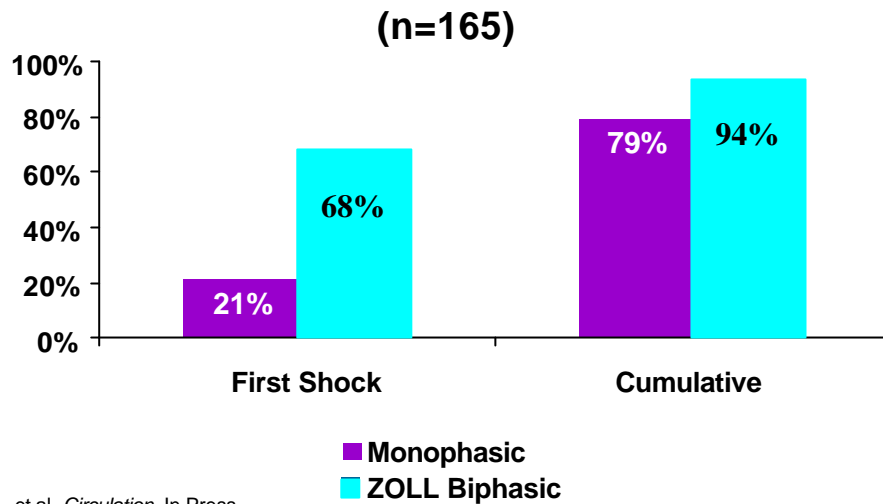
L'efficacia del primo shock rettilineo bifasico a 120 J è più alta di quella monofasica a 200J. Il singolo paziente che non è stato defibrillato con il primo shock bifasico è stato cardiovertito con successo con un energia di 150J. I pazienti che non sono stati defibrillati con 200J monofasici sono stati sottoposti a trattamenti con 360J.

Gli autori hanno valutato l'efficacia dell'onda bifasica rettilinea nel sottogruppo dei pazienti con alta impedenza. Mentre l'efficacia del primo shock è simile per le due forme d'onda nel caso di pazienti con bassa impedenza (<90 Ω), nel caso di pazienti ad alta impedenza (>90 Ω) l'efficacia dell'onda bifasica rettilinea è nettamente superiore.

Gli incoraggianti risultati ottenuti nel ritmo più difficile da trattare hanno spinto gli autori a valutare l'onda rettilinea bifasica nella cardioversione di un ritmo depresso.

L'onda rettilinea bifasica è superiore per la fibrillazione atriale

In un secondo studio multicentrico è stata valutata l'efficacia dell'onda bifasica rettilinea nella cardioversione della fibrillazione atriale. 165 pazienti sono stati inseriti casualmente in un gruppo monofasico o in un gruppo bifasico. Nel primo gruppo la cardioversione è stata eseguita con 100-200-300-360J da un defibrillatore monofasico; per il secondo gruppo sono state utilizzate energie di 70-120-150-170J erogate mediante un defibrillatore ad onda rettilinea bifasica. I pazienti che hanno fallito la terapia sono stati incrociati e sottoposti all'altra serie di shock.



Mittal S., et al. *Circulation*. In Press.

L'efficacia al primo shock rettilineo bifasico a 70J è stata superiore ai 100J monofasici. L'onda bifasica rettilinea è risultata più efficace della monofasica a tutti i livelli di energia. Il 50% dei 16 pazienti che non sono stati cardiovertiti con 360J monofasici sono stati cardiovertiti con successo con uno shock di 170J rettilineo bifasico. Nessun paziente che non è stato cardiovertito con l'onda bifasica rettilinea ha avuto successo con l'onda monofasica a 360J.

Conclusione

Nonostante l'introduzione relativamente recente dell'onda bifasica nei defibrillatori esterni, si possono trarre con certezza alcune conclusioni.

In primo luogo, i dati dimostrano che al primo shock l'onda bifasica ha come minimo la stessa efficacia dell'onda monofasica. Il vantaggio è che questo risultato è ottenuto con un livello di energia inferiore. Nei fatti, l'onda bifasica studiata appositamente per la defibrillazione transtoracica promette performance in grado di superare la tecnologia monofasica.

In secondo luogo, e probabilmente più importante, è necessario riconoscere che non tutte le forme d'onda bifasiche sono uguali. La corrente di picco e la risposta all'impedenza del paziente influenzano in maniera rilevante l'efficacia clinica. Quindi, all'atto di adottare una defibrillazione bifasica, è necessario valutare i dati clinici relativi ad ogni tipo di forma d'onda.



SEDA S.p.A.
 Via Tolstoj 7
 20090 Trezzano S/N (Milano)
 Tel 02/48424.1; Fax 02/48424290
 sito internet: www.sedaitaly.it
 certificazione UNI EN ISO 9002