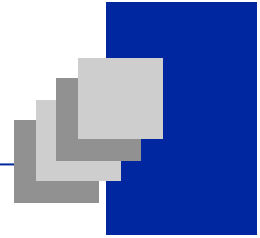


SEDA S.p.A.



ZOLL AutoPulse

La premessa per il ripristino di un flusso di sangue normale nei casi di arresto cardiaco improvviso



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 9001:2000

Effetto del CPR manuale nel miglioramento della pressione di perfusione coronarica

Introduzione

Nei casi di arresto cardiaco improvviso la capacità di perfondere adeguatamente il cuore e cervello durante la rianimazione è di importanza critica. A questa necessità si contrappone la problematica delle compressioni eseguite manualmente durante la CPR, che garantiscono solo un terzo della portata sanguigna normale al cervello¹. Un problema ancora più grave è che la CPR manuale garantisce solo il 10-20% della portata normale al cuore. Storicamente, il ruolo del CPR nel provvedere alla perfusione del muscolo cardiaco è stato sottostimato.

Sebbene la defibrillazione sia la terapia definitiva per la fibrillazione ventricolare (VF), la sua efficacia è limitata in maniera importante dal tempo di risposta, mentre il suo successo è anch'esso dipendente dalla circolazione². In altre parole può essere impossibile riavviare un cuore dopo diversi minuti senza prima provvedere ad un adeguato flusso coronarico.

Questo documento descrive la defibrillazione ed la CPR manuale, analizza le questioni relative alla portata coronarica e descrive un nuovo approccio per la perfusione del cuore e del cervello durante l'arresto cardiaco.

Limitazione temporale della defibrillazione

Quando la defibrillazione è indicata per l'arresto cardiaco improvviso causato dalla VF, il tempo è un fattore critico per suo successo. In uno studio sugli arresti cardiaci nei Casinò con l'uso dei defibrillatori automatici esterni (AED), è stata osservata una sopravvivenza del 74% nei pazienti che hanno ricevuto il primo shock entro tre minuti dall'arresto³.

Se il primo shock non viene erogato entro tre minuti, la sopravvivenza diminuisce al 49%, suggerendo che anche in un ambiente ideale dove gli arresti sono identificati e i defibrillatori disponibili, il tempo è un fattore critico nel determinare la sopravvivenza.

Secondo lo studio, il tempo fra il collasso e la defibrillazione deve essere inferiore a 3 minuti per ottenere i tassi di sopravvivenza più alti.

Nel settore dell'emergenza, un intervallo di soli tre minuti dall'arresto al primo shock è generalmente irrealizzabile, ed è difficile raggiungere gli alti tassi di sopravvivenza riportati nello studio sui Casinò.

Per far fronte a questa realtà diverse comunità hanno intrapreso programmi EMT-D (defibrillazione affidata a "tecnici d'emergenza") e programmi di defibrillazione precoce sul territorio di pubblico accesso (PAD). Questi programmi sono importanti e devono essere supportati, ma non sono in grado di garantire la defibrillazione precoce alla maggior parte dei pazienti che ne hanno bisogno. Bisogna infatti tenere presente che oltre il 70% degli arresti cardiaci al di fuori dell'ospedale avvengono in casa, dove gli AED non sono disponibili; di conseguenza la maggior parte dei pazienti con arresto cardiaco non riceve lo shock entro i primi 3 minuti cruciali⁴.

Un'ulteriore limitazione è che la defibrillazione non è indicata in almeno la metà degli arresti cardiaci, perché più del 50% dei pazienti in arresto cardiaco non sono in VF all'arrivo dei soccorritori⁵.

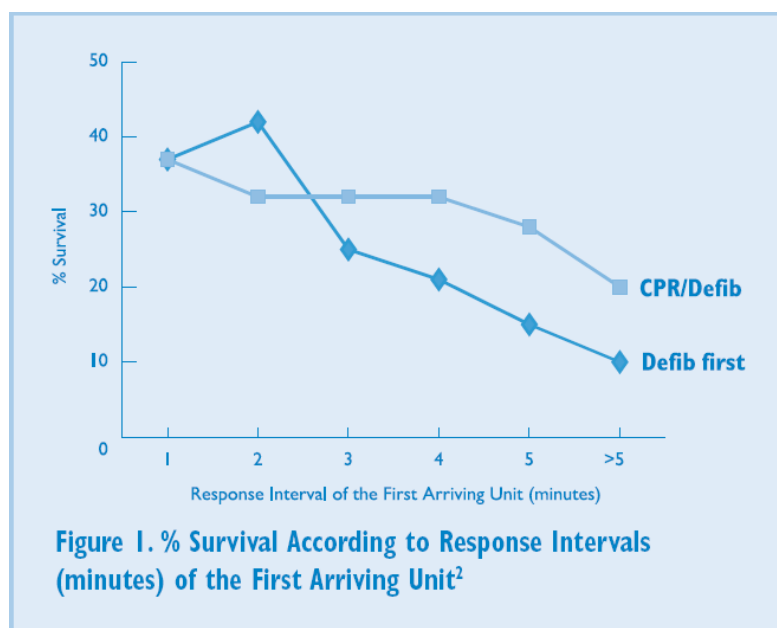
In conclusione, mentre la defibrillazione è il trattamento definitivo per la VF, gli shock da soli non garantiscono la sopravvivenza.

Questo tipo di considerazioni hanno portato alla ricerca di strategie supplementari per migliorare la perfusione miocardica con l'obiettivo di incrementare la sopravvivenza all'arresto cardiaco.

Il ruolo importante della circolazione nella defibrillazione

Un numero crescente di studi suggerisce che, oltre un ritardo di circa tre minuti, ristabilire la circolazione prima della defibrillazione possa migliorare l'efficacia degli shock elettrici. Studi su animali hanno dimostrato un aumento della sopravvivenza quando, dopo diversi minuti dall'arresto, i soggetti sono stati sottoposti ad un breve ciclo di CPR prima della defibrillazione.

A Seattle, quando un programma EMT-D non ha prodotto l'incremento di sopravvivenza previsto, il protocollo è stato modificato per includere la CPR prima della defibrillazione¹. Il protocollo è stato rivisto per includere l'esecuzione di circa 90 secondi di CPR prima della defibrillazione nei pazienti in arresto cardiaco. Utilizzando questo protocollo, nei pazienti il cui ritmo iniziale era la FV, il numero dei sopravvissuti senza danno neurologico aumenta del 23% quando confrontato con il gruppo di controllo storico del 17% dei pazienti sopravvissuti senza danno neurologico ($p=0,01$)². Questo risultato include sia gli arresti con testimone, sia quelli senza testimone.



L'efficacia della defibrillazione come primo approccio sembra diminuire nel tempo e, dopo circa tre minuti, si raggiungono risultati migliori eseguendo la CPR prima della defibrillazione. Il massimo incremento nella sopravvivenza complessiva si presenta nei pazienti con tempi di risposta di quattro minuti o più dopo l'arresto (figura 1); la sopravvivenza per questo gruppo di pazienti aumenta dal 17% al 27% ($p=0,01$)². In assenza di studi prospettici e randomizzati, questo studio con più di 1000 pazienti evidenzia il ruolo cruciale della circolazione, mantenuta con la CPR eseguito da soccorritori, nell'aumento della sopravvivenza.

In uno studio prospettico recente venne eseguito un protocollo simile, dove i pazienti erano trattati casualmente con tre minuti di CPR iniziali oppure con lo shock immediato. Questo studio ha mostrato che, nei pazienti trattati dopo un tempo di cinque minuti dall'arresto, quando la CPR è stato eseguito prima della defibrillazione il numero di ritorni spontanei alla circolazione (ROSC), la

sopravvivenza alla dimissione e la sopravvivenza ad un anno erano significativamente più alti (Tabella 1). In questo gruppo di pazienti la ROSC era del 58% contro il 38% del gruppo di controllo, mentre la sopravvivenza ad un anno era del 20% contro il 4% del gruppo di controllo⁶.

Tabella 1: Sopravvivenza nei pazienti con un tempo di risposta uguale o superiore a 5 minuti

	ROSC p<0,03	Sopravvivenza alla dimissione p<0,03	Sopravvivenza ad 1 anno p<0,03
Gruppo "A": 3 minuti di CPR	37 (58%)	14 (22%)	13 (20%)
Gruppo "B": Defibrillazione iniziale	21 (38%)	2 (4%)	2 (4%)

Entrambi gli studi di Cobb e Wik sottolineano l'importanza della circolazione per migliorare la sopravvivenza. La domanda che sorge è quanto sia efficace la CPR nel mantenimento della circolazione.

Perfusione miocardica e cerebrale durante la CPR

La CPR manuale, anche quando eseguito da esperti, mantiene solo il 30% del flusso sanguigno normale al cervello e solo il 10-20% del normale al cuore¹. Il cuore è particolarmente difficile da perfondere, a causa delle sue caratteristiche fisiologiche uniche.

Nel battito spontaneo, il cuore è perfuso durante la fase di rilassamento (diastole) fra le contrazioni. Durante la contrazione (sistole) il sangue viene eiettato dal ventricolo sinistro, attraversa la valvola aortica e si immette nell'aorta. In questa fase il sangue non scorre liberamente dentro le coronarie perché la forza della contrazione del cuore è superiore e a quella che permetterebbe al sangue di attraversare le coronarie. E' solo durante il ritorno della diastole che il sangue fluisce dall'aorta nelle arterie coronarie, perfondendo il muscolo cardiaco⁷.

Durante la CPR la fase di rilassamento del torace è simile alla diastole, mentre il mantenimento del corretto bilancio fra compressioni e rilassamento assicura il flusso sanguigno adeguato al cuore. Questa è la ragione per cui l'American Heart Association raccomanda un duty cycle (il rapporto fra il tempo della compressione ed il tempo di rilassamento) del CPR al 50%.

Com'è possibile valutare l'adeguatezza del flusso sanguigno al cuore durante la CPR? Tipicamente l'efficacia del CPR manuale viene valutata controllando le pulsazioni generate dalle compressioni toraciche. La presenza del polso è un segno positivo, specialmente quando può essere rilevato durante ciascuna compressione, ma questo non significa necessariamente che il flusso sanguigno al cuore sia adeguato⁸.

Secondo l'American Heart Association nessuno studio ha dimostrato l'utilità clinica di controllare il polso durante la CPR. Il dato importante per la perfusione del miocardio è la pressione di perfusione coronarica⁸.

L'importanza della pressione di perfusione coronarica

La pressione di perfusione coronarica (CPP) è un indicatore del flusso coronarico. Quando la CPP aumenta, aumenta anche la portata al miocardio⁹.

La CPP è la differenza fra la pressione aortica e la pressione nell'atrio destro durante la diastole, espressa in millimetri di mercurio (mmHg):

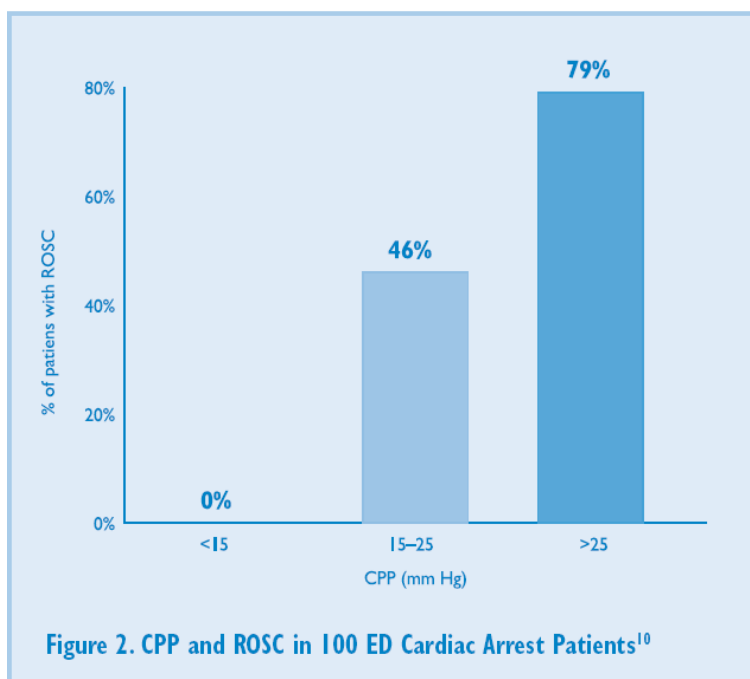
$$\text{CPP (mmHg)} = \text{AP (mmHg)} - \text{rAP (mmHg)}$$

La pressione aortica (AP) è la forza motrice del flusso coronarico, mentre la pressione nel sistema venoso coronarico si contrappone al flusso nel miocardio. Di conseguenza la differenza fra la forza motrice della portata nelle coronarie (pressione aortica) e la pressione contrapposta (pressione in atrio destro) determina il gradiente di pressione per questo letto vascolare; la portata dipende da questo gradiente di pressione.

La misura della CPP è di tipo invasivo e non è applicabile per disponibilità e praticità nel contesto del CPR. Tuttavia la necessità di incrementare la CPP ha un'importante rilevanza clinica ed è un utile strumento nell'ambito della ricerca.

Un aumento di CPP è correlato con la sopravvivenza e ROSC

Il collegamento più chiaro fra CPP ed il ritorno alla circolazione spontanea (ROSC) è stato documentato da Paradis et al¹⁰, quando la CPP è stata misurata in 100 pazienti con arresto cardiaco nei Dipartimenti di Emergenza (ED). È stata notata una correlazione ben definita fra il picco della CPP e la ROSC (Figura 2).



Undici pazienti su 14 (il 79%) con una CPP superiore a 25 mmHg hanno avuto un ritorno alla circolazione spontanea, mentre nessuno dei pazienti con una CPP di picco inferiore a 15 mmHg ha raggiunto il ROSC.

Secondo lo studio il ritorno alla circolazione spontanea e la sopravvivenza all'arresto sono chiaramente collegate alla capacità di raggiungere CPP superiori a 15 mmHg

Il problema principale è la difficoltà nel raggiungere e mantenere una CPP sopra 15 mmHg durante la CPR convenzionale. Nei 100 pazienti studiati da Paradis, la CPR convenzionale garantisce una CPP media di soli 12,5 mmHg, indicando che questo tipo di CPR non può realisticamente garantire la CPP necessaria ad un'adeguata ROSC e sopravvivenza. Il risultato è che sono stati sviluppati nuovi metodi per incrementare la perfusione del miocardio durante la CPR.

Performance del soccorritore durante la CPR

Come discusso in precedenza, la CPR tipicamente non garantisce una perfusione adeguata al cervello ed al cuore nemmeno nelle condizioni migliori. In aggiunta ci sono altre limitazioni riguardanti la CPR manuale^{11,12}.

Dalla letteratura di valutazione delle performance del CPR emergono le considerazioni seguenti:

- I soccorritori hanno difficoltà nel determinare accuratamente la profondità di compressione corretta.
- La stanchezza del soccorritore si presenta entro il primo minuto di CPR, influenzando la qualità delle compressioni toraciche.
- I soccorritori non riescono a percepire il loro livello di affaticamento.

Queste considerazioni non sono relative ai singoli soccorritori, ma dipendono dalla natura complessa e impegnativa della CPR manuale.

Impegno fisico nel CPR manuale

Secondo le linee guida AHA del 2000, il torace deve essere compresso con una frequenza di 100 compressioni al minuto e la profondità deve essere compresa fra 4 e 5 cm, con un posizionamento delle mani appropriato ed un duty cycle del 50% (50% del tempo durante la compressione, 50 % per il rilassamento) che deve essere mantenuto⁷. Questi requisiti sono più di quanto la maggior parte dei soccorritori possa fisicamente fare e sono impossibili da mantenere oltre qualche minuto.

Nel 1998 Ochoa ha riportato in uno studio con 38 medici ospedalieri che nel secondo minuto di compressioni toraciche solo il 24,9% erano eseguite correttamente¹¹. Inoltre, molti soccorritori non percepivano alcuna fatica almeno fino a 3 minuti di CPR, il 26 % non avvertiva la fatica almeno fino a 5 minuti, mentre le performance osservate diminuivano già dopo il primo minuto. In seguito a questo ed altri studi simili eseguiti da Hightower¹² in emergenza, è sembrato vitale eseguire regolarmente una rotazione dei soccorritori.

Nel tentativo di realizzare delle linee guida utili, in un altro studio sono state valutate squadre di 2 o 3 soccorritori che eseguivano le compressioni, alternandosi dopo periodi di 1,2 o 3 minuti. Le conclusioni dei ricercatori furono che, per mantenere una performance tecnicamente corretta, le compressioni toraciche dovevano essere eseguite per periodi di un minuto con almeno tre soccorritori che si alternavano ogni minuto¹³. Sfortunatamente questo schema non garantisce ancora un CPR ottimale, senza considerarne la difficile applicabilità pratica.

Effetto delle pause nel CPR manuale

La rotazione frequente dei soccorritori può migliorare le performance, ma introduce un'altra problematica: quando le compressioni vengono arrestate, anche solo per pochi secondi, la CPP diminuisce significativamente e la ROSC diventa meno probabile¹.

Le prime linee guida sul CPR consigliavano un rapporto di 5 compressioni per ogni ventilazione, mentre le linee guida AHA correnti specificano un rapporto di 15:2. Una ragione di questa modifica è che la CPP è superiore dopo 15 compressioni toraciche ininterrotte rispetto a 5 compressioni¹⁴. Ogni vantaggio dovuto alla ventilazione ogni cinque compressioni è controbilanciato dalla conseguente perdita di CPP. Altre evidenze mostrano che le pause nelle compressioni riducono sia la CPP sia la possibilità di ROSC¹.

Riassumendo, i dati mostrano che persino i soccorritori più allenati non riescono ad eseguire correttamente la CPR per più di un minuto e, anche quando è possibile, non si riesce a perfondere adeguatamente il cuore ed il cervello per il recupero.

Per questi motivi sono stati sviluppati dispositivi meccanici che possono eliminare la fatica del soccorritore e realizzare delle compressioni toraciche accurate e consistenti.

Il dispositivo CPR ideale

In un recente articolo di revisione della letteratura sull'uso clinico ed in laboratorio dei dispositivi esterni e non invasivi per la CPR meccanica viene dichiarato che *il fine deve essere la realizzazione di un dispositivo meccanico che sia facile da applicare e da usare sul paziente nel minor tempo possibile. Il dispositivo deve anche generare un profilo emodinamico migliore o almeno equivalente a quello ottenuto con una ECC (Emergency Cardiac Care) eseguita perfettamente*¹⁵.

Ad oggi sono stati sviluppati diversi dispositivi meccanici per la CPR, ma la maggior parte di questi non ha letteratura che mostri un miglioramento consistente della CPP rispetto al CPR eseguito manualmente.

Inoltre la maggior parte di questi dispositivi¹⁵:

- Presentano limitazioni operative dovute al tempo di applicazione.
- Sono complicati da installare e utilizzare.
- Sono pesanti e instabili sul torace.

L'obiettivo di dispositivi facili da utilizzare ed in grado di migliorare l'emodinamica non viene raggiunto.

La pompa non invasiva per il supporto cardiaco AutoPulse™

L'AutoPulse, pompa per il supporto cardiaco non invasivo prodotta da Zoll Medical Corporation, è un nuovo dispositivo che in pochi secondi è in grado di realizzare automaticamente compressioni toraciche con una frequenza, una profondità ed un duty-cycle standard durante la CPR. Nel 2001 l'FDA ha autorizzato la distribuzione commerciale dell'AutoPulse per l'utilizzo in aggiunta alla CPR manuale.



L'AutoPulse è un dispositivo portatile per le compressioni automatiche del torace, da utilizzarsi in aggiunta alla rianimazione cardiopolmonare nella popolazione adulta, nei casi di arresto cardiaco non traumatico. L'AutoPulse offre un metodo più efficiente per la realizzazione delle compressioni toraciche durante la CPR, con risultati di studi recenti che dimostrano il miglioramento della circolazione sanguigna quando viene utilizzato l'AutoPulse rispetto al CPR convenzionale.

Il dispositivo consiste in una tavola che integra un controllo a microprocessore, un sistema motore elettromeccanico ed un pannello per l'interfaccia utente. Una fascia di compressione monopaziente provvede a comprimere il torace.

L'AutoPulse è stato specificamente progettato per:

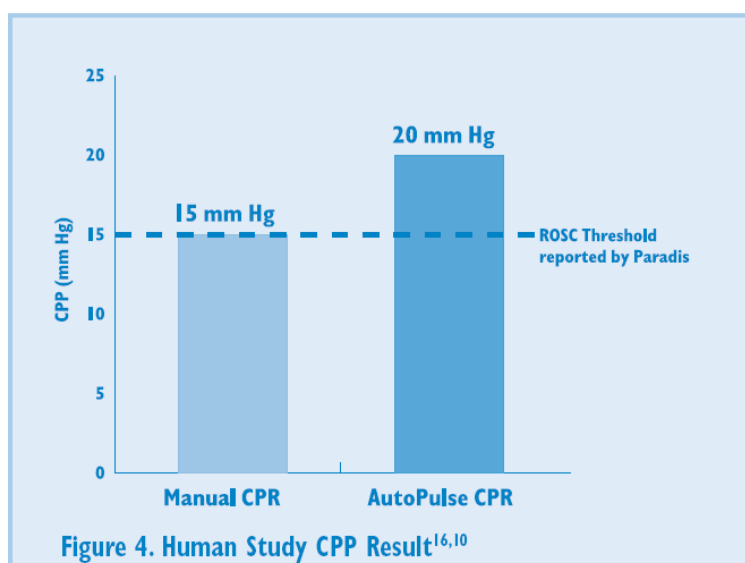
- Un rapido utilizzo sul campo.
- Per adattarsi automaticamente al paziente.
- Per la massima praticità d'uso da parte dei soccorritori a tutti i livelli.

Efficacia dell'AutoPulse - Studio sull'uomo

In uno studio presentato al congresso annuale NAEMSP 2003, è stato mostrato che l'uso dell'AutoPulse comporta un incremento significativo della CPP rispetto a quella generata con CPR manuale eseguita in modo intensivo. Dopo l'approvazione da parte del comitato etico, sono stati studiati 31 pazienti in sequenza con arresto cardiaco in ospedale, di cui 16 arruolati. Tutti i soggetti sono stati sottoposti a trattamento dell'insufficienza cardiaca e la maggior parte presentava comorbidità sistemiche. Dopo un minimo di dieci minuti di ACLS fallita e posizionamento del catetere, i pazienti intubati e ventilati sono stati sottoposti a compressioni toraciche eseguite alternativamente in modo manuale e con AutoPulse per 90 secondi ciascuno.

Con l'AutoPulse la CPP generata era significativamente più alta rispetto al CPR manuale eseguito in modo intensivo. In particolare l'AutoPulse è stato in grado di generare una CPP media sopra la soglia di 15 mmHg descritta in precedenza e necessaria per il ritorno alla circolazione spontanea, mentre non era così nel caso delle compressioni manuali¹⁶.

Le CPP medie generate dall'AutoPulse e con CPR manuale sono mostrate in figura 4. Nel caso dei 16 pazienti studiati la CPP in media per l'AutoPulse era del 33% più alta rispetto al CPR manuale (20 mmHg rispetto a 15 mmHg , $p < 0,05$).



Efficacia dell'AutoPulse - Studio su animali

È stato condotto uno studio su animali per valutare la portata di sangue in aggiunta alla rilevazione della CPP. Questo studio, realizzato da Henry Halperin della Johns Hopkins University, Dipartimento di Medicina, aveva l'obiettivo di valutare l'emodinamica nel caso di uso dell'AutoPulse rispetto al CPR manuale¹⁷.

Al fine di eliminare gli effetti della fatica e le limitazioni relative al CPR manuale, è stato utilizzato sistema Thumper® (Michigan Instruments) per eseguire la CPR manuale.

Per lo studio sono stati indotti 10 maiali in fibrillazione ventricolare (VF) e, dopo un minuto, sono stati sottoposti a CPR eseguito con AutoPulse (A-CPR) e convenzionale (C-CPR) in ordine casuale.

Per lo scenario BLS non è stata utilizzata adrenalina, mentre per lo scenario ACLS è stato somministrato un bolo di 0,5 mg di adrenalina, seguito da un infusione di adrenalina a 0,004mg/kg/min. La CPR è stata eseguita contestualmente alla somministrazione di adrenalina.

E' stata rilevata la CPP e la portata di sangue regionale per mezzo di microsfere attivate con neutroni.

I risultati (Tabella 2) mostrano chiaramente il potenziale sul miglioramento dell'emodinamica nel caso dell'AutoPulse rispetto al CPR convenzionale:

- Senza l'uso di adrenalina (BLS), l'AutoPulse ha creato una CPP media di 21 mmHg, molto superiore alla soglia di 15 mmHg necessaria per la ROSC, come descritto in precedenza. La CPR convenzionale al confronto genera una CPP media di 14 mmHg.
- L'AutoPulse genera una portata coronarica pari al 36% del normale rispetto al 13% del CPR convenzionale senza l'uso di adrenalina (BLS).
- Quando è stata somministrata l'adrenalina agli animali nel corso dell'arresto (ALS), la portata al cuore ed al cervello generata dall'Autopulse era equivalente o superiore ai valori pre-arresto.

Secondo questi dati, l'AutoPulse ha chiaramente soddisfatto il criterio di mantenere un'emodinamica superiore o almeno equivalente a quella ottenuta con un CPR manuale ottimale. Inoltre la facilità d'uso e l'impiego immediato nelle condizioni di emergenza soddisfano i requisiti per un utilizzo efficiente e pratico nelle condizioni reali.

Tabella 2: Parametri emodinamici misurati su modello animale (maiale) in fibrillazione ventricolare

		Portata al miocardio (% rispetto ai livelli pre-Arresto)*	Portata cerebrale (% rispetto ai livelli pre-Arresto)*	CPP (mmHg)*
BLS	AutoPulse	36% (±12%)	36% (±10%)	21 (±2)
	CPR convenzionale**	13% (±3%)	28% (±11%)	14 (±2)
		p=0,07	p<0,6	P<0,001
ALS	AutoPulse con adrenalina	127% (±36%)	129% (±27%)	45 (±3)
	CPR convenzionale** con adrenalina	29% (±11%)	31% (±6%)	17 (±2)
		p=0,02	p<0,003	P<0,001

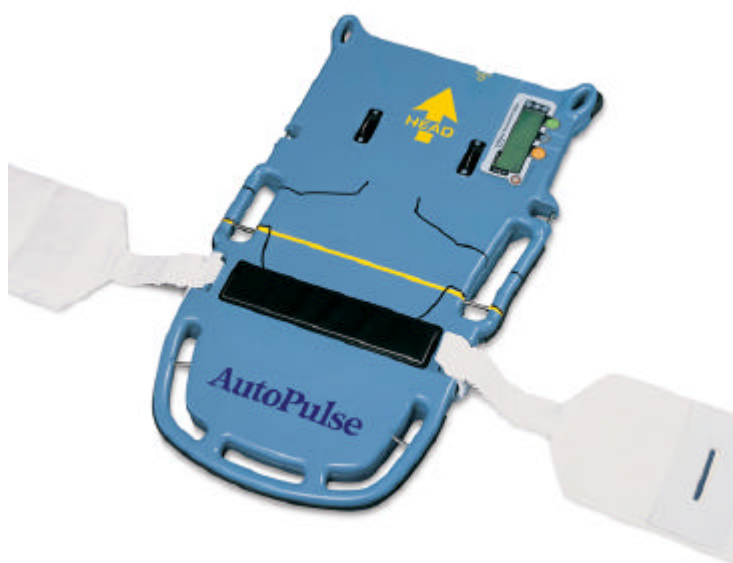
* Media ± S.E.

** Secondo l'impostazione dello studio, al posto di eseguire la CPR manualmente è stato usato il Thumper, al fine di eliminare i problemi di fatica e inaffidabilità del CPR eseguito manualmente

ZOLL AutoPulse - Il dispositivo

Descrizione

L'apparecchio è costituito da una tavola rigida che viene posta sotto la schiena del paziente, seguendo le indicazioni che mostrano chiaramente dove posizionarla rispetto alle spalle ed alla testa. La tavola incorpora tutti i componenti elettrici e meccanici necessari all'azionamento, in modo da essere pronta all'uso una volta posizionata.



Le compressioni vengono eseguite per mezzo di una fascia (LifeBand) che avvolge il torace del paziente. La banda è apribile in modo da essere posizionata solo dopo aver sistemato la tavola, e dispone di un sistema di aggancio rapido per risparmiare secondi preziosi. Tutto il sistema può essere alloggiato in una borsa e trasportato a tracolla da un operatore. Le maniglie disposte sul perimetro della tavola semplificano gli spostamenti offrendo una presa sicura per tutti i possibili impieghi.

Applicazione sul paziente

La figura seguente mostra il sistema completo durante la fase di impiego. L'AutoPulse, una volta avviato, esegue in modo totalmente autonomo le compressioni, comportandosi come un soccorritore aggiuntivo che esegue un CPR veramente efficace.



Con l'AutoPulse non è necessario procedere a regolazioni in base alla tipologia di paziente, perché dispone di un sistema automatico di rilevazione delle dimensioni del torace. L'operazione di determinazione della taglia del paziente viene eseguita automaticamente prima delle compressioni e richiede solo qualche secondo.

Le compressioni vengono eseguite con una profondità pari al 20% della profondità del torace ed una frequenza di 80 compressioni/minuto, con un duty-cycle del 50%. La superficie di appoggio della fascia è molto più ampia rispetto alle mani posizionate sullo sterno, per una migliore distribuzione del carico durante il massaggio.

Interfaccia utente

Utilizzare l'AutoPulse in condizioni di emergenza è estremamente semplice ed intuitivo:

1. Accensione
2. Avvio della misurazione della taglia del paziente e delle compressioni
3. Interruzione delle compressioni.

In aggiunta alle funzionalità di base, con l'AutoPulse è possibile scegliere la modalità di funzionamento fra compressioni e ventilazioni in rapporto 15:2 oppure compressioni continue.

Il display mostra una serie di messaggi guida per l'operatore, il tempo trascorso, le compressioni eseguite. Quando è necessario ventilare il paziente una serie di segnali acustici e messaggi sul display guidano il soccorritore nell'esecuzione delle ventilazioni.

L'apparecchio dispone anche di una serie di menù aggiuntivi (non necessari per il normale funzionamento durante l'emergenza) che permettono di configurare ed adattare il dispositivo alle diverse esigenze di utilizzo.

L'indicatore di carica residua della batteria inserito nel display consente una gestione accurata delle batterie in modo da garantire la massima efficienza nel momento del bisogno.

Nel caso in cui L'AutoPulse rilevi una condizione di funzionamento anomala (errori di posizionamento, livello batteria basso, ecc.) l'apparecchio emette segnalazioni acustiche e su display per guidare l'operatore alla risoluzione del problema.

Alimentazione

L'AutoPulse è stato progettato con l'obiettivo della massima immediatezza d'uso, pertanto non sono presenti collegamenti a fonti di alimentazione esterna (spine, tubi di alimentazione pneumatica, ecc).

L'alimentazione è garantita da una batteria al NiMh (lo stato dell'arte per le batterie ricaricabili di grande capacità) estraibile ed inserita in modo da non sporgere in alcun modo dalla sagoma della tavola, al fine di non intralciare i soccorritori durante l'emergenza. Il livello di carica residuo viene indicato direttamente sul display dell'AutoPulse.

L'autonomia di funzionamento con una sola batteria è tipicamente di 30 minuti di funzionamento, mentre la ricarica richiede un tempo massimo di circa 4,5 ore. L'Autopulse viene fornito con 2 batterie ed un caricabatteria esterno in grado di ricaricare e testare contemporaneamente entrambe le batterie.

Conclusioni

Data la necessità di perfondere adeguatamente il cuore e la difficoltà nell'eseguire una CPR manuale adeguata, diversi soggetti hanno pensato di sviluppare un dispositivo meccanico in grado di eseguire le compressioni toraciche. Il dispositivo ideale, secondo gli esperti, deve migliorare l'emodinamica ed essere facile da utilizzare.

L'AutoPulse, portatile e d'impiego immediato, offre prestazioni migliori rispetto alla CPR manuale nella circolazione sanguigna di tutti gli organi, incluso il cuore. E' stato dimostrato che migliora la CPP sia nell'uomo sia negli animali rispetto al CPR manuale eseguito perfettamente. Inoltre è stato dimostrato sugli animali che genera, con l'uso di adrenalina, portate sanguigne superiori ai valori pre-arresto.

L'AutoPulse presenta anche una serie di vantaggi pratici importanti:

- Funziona come una persona aggiunta, in grado però di eseguire la CPR migliore senza gli effetti della fatica e dell'inesperienza.
- E' semplice, pratico e veloce nell'applicazione, per ristabilire la circolazione sanguigna nel minor tempo possibile.
- Garantisce la sicurezza del medico, che può gestire le altre manovre rianimatorie con la massima attenzione possibile.

Bibliografia

- ¹ Kern KB, Coronary perfusion pressure during cardiopulmonary resuscitation. *Bailliere's Clinical Anaesthesiology*. 2000; 14(3): 591-609.
- ² Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, et al. Influence of CPR prior to defibrillation in patients with out-of-hospital VF. *JAMA* 1999; 281: 1182-1188.
- ³ Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, et al.. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *NEJM* 2000; 343: 1206-1209.
- ⁴ . Engdahl J, Holmberg M, Karlson BW, et al. The epidemiology of out-of-hospital 'sudden' cardiac arrest. *Resuscitation*. 2002; 52(3): 235-245.
- ⁵ . Cobb L, Fahrenbruch C, Olsufka M, et al. Changing Incidence of Outof-Hospital Ventricular Fibrillation, 1980-2000. *JAMA*. 2002; 288(23):3008-3013.
- ⁶ Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA*. 2003; 289(11):1389-1395.
- ⁷ American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus on Science, Part 3: Adult Basic Life Support. *Circulation* 2000; 102(suppl I): I-43
- ⁸ American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus on Science, Part 3: Adult Basic Life Support. *Circulation* 2000; 102(suppl I): I-108.
- ⁹ Halperin HR, Tsitlik JE, Guerci AD, et.al. Determinants of blood flow to vital organs during cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Circulation* 1986; 73(3): 539-550.
- ¹⁰ Paradis NA, Martin GB, Rivers EP, Goettling MG, et al. Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. *JAMA* 1990; 263: 1106-1113.
- ¹¹ Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation* 1998; 37:149-152.
- ¹² Hightower D. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 1995; 26: 300-303.
- ¹³ Huseyin TS, Matthews AJ, Wills P, O'Neill VM. Improving the effectiveness of continuous closed chest compressions: an exploratory study. *Resuscitation* 2002; 54: 57-62
- ¹⁴ American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus on Science, Part 3: Adult Basic Life Support. *Circulation* 2000; 102(suppl I): I-41.
- ¹⁵ Wik L. Automatic and manual mechanical external chest compression devices for CPR. *Resuscitation* 2000; 47: 7-25.
- ¹⁶ Timmerman S, Cardoso LF, Ramires JA, et al. Improved hemodynamics with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Prehospital Emergency Care*. 2003; 7(1); 162.
- ¹⁷ Halperin HR, Paradis N, Ornato JP et al. Improved hemodynamics with a novel chest compression device during a porcine model of cardiac arrest. *Circulation* 2002; 106 (19) (Suppl II): 538.