

Catena della sopravvivenza e rianimazione cardiopolmonare di alta qualità

INTRODUZIONE

Le malattie cardiache sono la principale causa di morte per uomini e donne negli Stati Uniti (Benjamin et al., 2019) (Fig. 1.1). Di conseguenza, la probabilità di incontrare un paziente che richieda un supporto di base delle funzioni vitali (Basic Life Support, BLS) o un supporto avanzato della funzione cardiovascolare (Advanced Cardiac Life Support, ACLS) è elevata. L'ACLS è un approccio ordinato per fornire cure di emergenza avanzate a un paziente che soffre di un problema cardiaco.



Figura 1.1 Le malattie cardiache sono la principale causa di morte negli Stati Uniti. (Da istock.com.)

Questo capitolo discute le fasi dell'arresto cardiaco, la Catena della Sopravvivenza, gli elementi della rianimazione cardiopolmonare (RCP) di alta qualità, i più comuni ostacoli a eseguire un'efficace RCP, le tecniche e gli accorgimenti per migliorare la qualità della RCP e il monitoraggio della risposta del paziente e dell'attività del soccorritore durante l'esecuzione della RCP.

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Al termine di questo capitolo, dovrete essere in grado di:

1. Definire il collasso cardiovascolare, l'arresto cardiaco, la morte cardiaca improvvisa e l'arresto cardiaco improvviso.
2. Discutere le fasi di un arresto cardiaco.
3. Illustrare gli anelli della catena della sopravvivenza.
4. Descrivere gli elementi della RCP di alta qualità.
5. Conoscere gli ostacoli comuni a eseguire un'efficace RCP e le possibili contromisure per superarli.
6. Discutere l'uso del monitoraggio continuo dell'anidride carbonica di fine espirazione (EtCO₂) durante le manovre di rianimazione.
7. Esaminare l'uso dei dispositivi di feedback durante la RCP.

PIANO DI APPRENDIMENTO

- Indipendentemente dal fatto che vi stiate preparando per il vostro primo corso ACLS o per il decimo, programmatevi del tempo per studiare e ripassare prima del corso. Studiare per periodi di mezz'ora, intervallati da pause di 10 minuti, consente di dedicare un'adeguata quantità di tempo sia all'apprendimento sia al relax.
- Leggete questo capitolo prima della lezione. Prendetevi il tempo per sottolineare i concetti essenziali durante la lettura.
- Create e utilizzate schede didattiche, algoritmi decisionali e strumenti mnemonici per aumentare la ritenzione delle informazioni presentate.
- Completate il test presente a fine capitolo ed esaminate le risposte fornite.

PAROLE CHIAVE

Arresto cardiopolmonare (cardiaco) Interruzione dell'attività meccanica del cuore, confermata dall'assenza di polso rilevabile, dalla mancata reattività agli stimoli e dalla presenza di apnea o di respiro agonico, boccheggiante.

Catena della sopravvivenza Gli elementi essenziali di un sistema di assistenza necessari per garantire la sopravvivenza di una vittima di arresto cardiaco improvviso.

Collasso cardiocircolatorio Perdita improvvisa di un flusso ematico efficace causata da fattori cardiaci e/o vascolari periferici, che può risolversi spontaneamente (per es., sincope) o solo in seguito a opportuni interventi (per es., arresto cardiaco).

Defibrillatore automatico esterno (DAE) Dispositivo dotato di un sofisticato sistema computerizzato che analizza il ritmo cardiaco del paziente, utilizzando un algoritmo per distinguere i ritmi defibrillabili da quelli non defibrillabili, e che fornisce al soccorritore istruzioni visive e vocali per erogare una scarica elettrica quando questa è indicata.

Morte cardiaca improvvisa (MCI) Morte naturale da cause cardiache, preceduta da perdita di coscienza improvvisa entro 1 ora dall'insorgenza di un'alterazione cardiovascolare acuta; *arresto cardiaco improvviso* è il termine comunemente impiegato per indicare un tale evento quando il paziente sopravvive.

FASI DELL'ARRESTO CARDIACO

Il **collasso cardiocircolatorio** è la perdita improvvisa di un flusso ematico efficace causata da fattori cardiaci, fattori vascolari periferici o entrambi, che può risolversi spontaneamente (per es., sincope) o solo in seguito a opportuni interventi (per es., arresto cardiaco) (Myerburg e Castellanos, 2012). L'**arresto cardiopolmonare** (o **cardiaco**) è l'assenza dell'attività meccanica del cuore, confermata dall'assenza di polso rilevabile, dalla mancata reattività agli stimoli e dalla presenza di apnea o di respiro agonico, boccheggiante. Il respiro agonico è un respiro anomalo che si osserva comunemente nei primi minuti di un arresto cardiaco primario ed è indicativo della presenza di una perfusione ematica adeguata a livello del tronco encefalico (Ewy, 2012). Gli sforzi respiratori possono persistere per 1 minuto o più dopo l'insorgenza dell'arresto cardiaco (Myerburg & Goldberger, 2019).

Si stima che una persona su 7,5 negli Stati Uniti andrà incontro a morte cardiaca improvvisa (MCI) (Benjamin et al., 2019). La **MCI** è una morte naturale da cause cardiache, preceduta da un'improvvisa perdita di coscienza entro 1 ora dall'insorgenza di un'alterazione cardiovascolare acuta (Myerburg & Goldberger, 2019). Dal momento di insorgenza dell'arresto cardiaco, è di importanza critica ristabilire la circolazione il più rapidamente possibile, perché il tasso di sopravvivenza si riduce di circa il 10% per ogni minuto (Institute of Medicine et al., 2015). Il termine *arresto cardiaco improvviso* viene utilizzato per indicare un tale evento quando il paziente sopravvive. Sono state descritte quattro fasi dell'arresto cardiaco, ciascuna con fisiologia e strategie di trattamento uniche (Kilbaugh et al., 2020; Topijan et al., 2013) (Tab. 1.1).

TABELLA 1.1 Fasi dell'arresto cardiaco e della rianimazione

Fase	Intervallo	Focalizzazione della cura
Pre-arresto	Periodo precedente l'arresto	Identificare, prevenire e gestire i fattori che possono portare a un arresto cardiaco (per es., utilizzo di team di risposta rapida per riconoscere e trattare i pazienti a rischio di deterioramento)
Senza flusso	Arresto cardiaco non trattato	Immediato avvio del BLS al riconoscimento dell'arresto da parte di un assistente o di un operatore sanitario
Basso flusso	Inizio della RCP	Esecuzione di compressioni toraciche di alta qualità per ottimizzare la perfusione miocardica e cerebrale; considerare l'ECMO per pazienti selezionati se la RCP convenzionale non dà risultati tempestivi
Post-rianimazione	Ritorno della circolazione spontanea	Identificare e trattare la causa dell'arresto, ottimizzare la gittata cardiaca e il flusso ematico cerebrale, supportare la perfusione e la funzionalità degli organi vitali

BLS, supporto di base delle funzioni vitali; *ECMO*, ossigenazione extracorporea a membrana; *RCP*, rianimazione cardiopolmonare.

CATENA DELLA SOPRAVVIVENZA

La *catena della sopravvivenza* è costituita dagli elementi essenziali di un sistema di assistenza necessari per garantire la sopravvivenza di una vittima di arresto cardiaco improvviso. Gli anelli della catena descrivono i passaggi correlati necessari per la gestione di un arresto cardiaco di un paziente adulto, sia extra-, sia intraospedaliero. Esistono due catene distinte, a causa delle diffe-

renze in questi due ambiti di intervento. Quando si ha a che fare con una vittima di arresto cardiaco improvviso, il tempo rappresenta un fattore critico; la presenza di un anello debole o addirittura la sua mancanza in una delle due catene della sopravvivenza può ridurre la probabilità di esito favorevole.

Catena della sopravvivenza extraospedaliera

Gli anelli della catena della sopravvivenza extraospedaliera per i pazienti adulti includono il riconoscimento precoce dell'arresto cardiaco e l'attivazione dei servizi di emergenza, la RCP precoce di elevata qualità, la defibrillazione rapida, un supporto avanzato delle funzioni vitali (Advanced Life Support, ALS) efficace, le cure integrate post-arresto e il recupero del paziente.

Riconoscimento precoce, attivazione della risposta all'emergenza e prevenzione

Il primo anello della catena della sopravvivenza extraospedaliera è il riconoscimento precoce dell'arresto cardiaco e l'attivazione del sistema di emergenza territoriale. Quando si verifica un'emergenza cardiaca, il paziente (oppure un familiare o un astante) deve individuare i segni e i sintomi, riconoscere che essi sono correlati a una condizione cardiaca e chiedere assistenza medica, nella speranza di prevenire un arresto cardiaco. Poiché i ritardi nella richiesta di assistenza e nell'arrivo del personale di soccorso influiscono sull'esito del paziente, le misure di prevenzione devono includere una maggiore consapevolezza della comunità nel riconoscere i segni e i sintomi delle sindromi coronariche acute e dell'arresto cardiaco (Berg et al., 2020).

Gli operatori della centrale operativa 118 sono addestrati a riconoscere un infarto miocardico o un arresto cardiaco potenziale in base alla descrizione fornita dalla persona che chiama e devono essere in grado di fornire, se necessario, istruzioni telefoniche su come eseguire una RCP, in attesa dell'arrivo sul posto del personale del SET (Sistema di Emergenza Territoriale), opportunamente addestrato ed equipaggiato. La RCP assistita dall'operatore di centrale viene anche denominata RCP operatore-assistita da parte di astanti (OA-RCP), istruzioni in tempo reale oppure RCP da telecomunicatore (TRCP). La ricerca scientifica ha dimostrato che la possibilità di eseguire una OA-RCP è associata a un aumento di oltre cinque volte della probabilità di successo di una RCP da parte di astanti (Panchal et al., 2019).

Per ridurre al minimo il rischio di trasmissione della malattia da coronavirus 2019 (COVID-19), gli operatori devono chiarire con i chiamanti se il paziente presenti segni o sintomi (per es., febbre, tosse, fiato corto) o fattori di rischio per COVID-19 (per es., infezione nota nella vittima o qualsiasi contatto avvenuto di recente, compresi i familiari). Una volta individuato l'indirizzo del paziente, gli operatori devono determinare se questo rientra in una zona epidemiologicamente nota per episodi di COVID-19. Quando è indicata una RCP, gli operatori devono fornire ai soccorritori non professionisti le informazioni necessarie sul rischio di esposizione al COVID-19 e le istruzioni per poter eseguire la RCP con l'uso della sola compressione (Edelson et al., 2020). In caso di sospetta infezione da COVID-19, gli operatori devono allertare il personale SET in relazione all'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI) appropriati.

La RCP da parte di astanti può migliorare notevolmente il tasso di sopravvivenza in corso di arresto cardiaco, gli esiti neurologici e la conseguente qualità della vita (Institute of Medicine et al., 2015). Sono state utilizzate diverse strategie, come il posizionamento di defibrillatori automatici esterni (DAE) in luoghi pubblici allo scopo di aumentare la percentuale di risposta degli astanti all'arresto cardiaco. Nonostante questi sforzi, persistono limiti alla risposta degli astanti, suddivisibili in quattro categorie: (1) incapacità di riconoscere un arresto cardiaco extraospedaliero, con conseguente attivazione ritardata del SET, (2) mancanza di adeguata formazione nella RCP, (3) preoccupazioni sui possibili danni conseguenti all'esecuzione della RCP e sulle eventuali responsabilità che ne possono derivare e (4) fattori psicologici, confusione del soccorritore in presenza dell'evento e problemi di salute (Institute of Medicine et al., 2015).

Avvertimento

L'esecuzione della RCP e della ventilazione a pressione positiva e l'inserimento di una via aerea avanzata sono esempi di procedure che generano aerosol, che possono esporre gli operatori sanitari e i soccorritori non professionisti ad agenti patogeni in grado di causare infezioni respiratorie acute (Tran et al., 2012). La preoccupazione di contrarre una malattia respiratoria infettiva è uno dei fattori che rendono spesso riluttante un assistente a eseguire la RCP, preoccupazione ancora maggiore quando un soccorritore non professionista o un operatore sanitario non hanno accesso a DPI adeguati, incrementando in questo modo il rischio di esposizione. Prima di eseguire la RCP, tutti i soccorritori devono indossare DPI appropriati per ridurre al minimo l'esposizione alle particelle sospese nell'aria e alle goccioline (Edelson et al., 2020).

Gli assistenti potrebbero riscontrare difficoltà a riconoscere i segni dell'arresto cardiaco. Per esempio, una respirazione anomala, come il respiro agonico (gasping), può perdurare per diversi minuti dopo un arresto cardiaco e potrebbe essere confusa con una difficoltà respiratoria (dispnea), o addirittura interpretata da alcuni come una respirazione adeguata, con conseguenti problemi di comunicazione con gli operatori e di ritardo nell'inizio della RCP (Berdowski et al., 2009). La ricerca scientifica ha dimostrato che il respiro agonico è piuttosto comune, essendo presente in circa il 40-60% delle vittime di arresto cardiaco extraospedaliero (Panchal et al., 2020). L'esaurimento dell'ossigeno che accompagna l'arresto cardiaco può provocare la comparsa di convulsioni anossiche. Gli assistenti potrebbero pertanto confondere la breve attività simil-convulsiva (scosse) con le convulsioni, con conseguente ritardo nel riconoscimento dell'arresto cardiaco e nelle azioni intraprese dagli operatori di centrale (Clawson et al., 2008; Institute of Medicine et al., 2015).

In alcune aree è sempre più frequente l'uso di app per smartphone tramite le quali le agenzie di pubblica sicurezza sono in grado di reclutare volontari presenti nelle vicinanze della scena di un arresto cardiaco in un luogo pubblico per fornire la RCP fino all'arrivo degli operatori SET. Oltre a fornire la posizione della vittima, alcune app indicano anche la posizione dei DAE nelle vicinanze.

Esecuzione di una rianimazione cardiopolmonare di alta qualità

In seguito al riconoscimento di un'emergenza, bisogna valutare la scena al fine di accertarsi che sia sicuro accedervi. Se le informazioni fornite dall'operatore suggeriscono che il paziente potrebbe essere affetto da un'infezione respiratoria, assicurarsi di indossare i DPI appropriati prima di entrare sulla scena. Se la scena è sicura, il paziente deve essere valutato rapidamente per individuare l'eventuale presenza di condizioni potenzialmente fatali e determinare la natura dell'emergenza.

La RCP è una componente del BLS. Il BLS comprende il riconoscimento dei segni di arresto cardiaco, infarto del miocardio, ictus e ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo (Foreign Body Airway Obstruction, FBAO), il trattamento della FBAO, la RCP e la defibrillazione con un DAE.

Il BLS deve essere assicurato fino all'arrivo dell'equipaggio di soccorso medico avanzato, che in seguito si assumerà la responsabilità dell'assistenza del paziente. Le procedure di assistenza necessarie includono:

- posizionamento del paziente;
- RCP per le vittime di arresto cardiaco;
- defibrillazione con un DAE;
- ventilazione di salvataggio per le vittime di arresto respiratorio;
- riconoscimento e trattamento del soffocamento (FBAO);
- somministrazione precoce di naloxone in caso di arresto respiratorio associato agli oppioidi.

Defibrillazione rapida

In presenza di un arresto cardiaco, la probabilità di una rianimazione efficace è influenzata dalla tempestività con cui vengono eseguite la RCP e la defibrillazione. In caso di arresto cardiaco

improvviso derivante da FV o TV senza polso, l'obiettivo è erogare la prima scarica entro 2 minuti dal collasso (Institute of Medicine et al., 2015).

Dal 1995, l'American Heart Association promuove programmi di defibrillazione automatica esterna per aumentare i tassi di sopravvivenza in seguito a un arresto cardiaco improvviso. Il defibrillatore automatico esterno (DAE) è un apparecchio dotato di un sofisticato sistema computerizzato che analizza il ritmo cardiaco del paziente. Il DAE utilizza un algoritmo per distinguere i ritmi defibrillabili da quelli non defibrillabili. Quando il DAE rileva un ritmo defibrillabile, fornisce al soccorritore le istruzioni visive e vocali necessarie per erogare una scarica elettrica. La defibrillazione effettuata sul posto dai cittadini (per es., assistenti di volo, personale di sicurezza delle case da gioco, personale di circoli per atleti e per golfisti e personale di assistenza per gli eventi sportivi) viene chiamata defibrillazione ad accesso pubblico. La defibrillazione è discussa più dettagliatamente nel Capitolo 3.

L'uso di un "drone ambulanza" è un approccio innovativo per ridurre l'intervallo tra il collasso del paziente e il tempo di defibrillazione (Institute of Medicine et al., 2015). Questa strategia utilizza un drone dotato di telecamera, microfono, altoparlanti a due vie, DAE e sistema di posizionamento globale (GPS) integrato (Fig. 1.2). Il drone può erogare il DAE entro 7,4 km², utilizzando le coordinate GPS, in meno di 1 minuto. Una volta che il drone è arrivato sulla scena, un operatore da remoto può fornire istruzioni a chi si trova sul posto con l'aiuto delle telecamere e degli altoparlanti del drone.

Supporto avanzato efficace delle funzioni vitali

All'esterno dell'ospedale, i primi interventi di assistenza avanzata vengono forniti dal personale sanitario (medici e infermieri) che giunge sul posto. Il compito degli equipaggi ALS consiste nell'assicurare una rapida stabilizzazione del paziente attraverso vari interventi, tra cui il supporto ventilatorio, il conseguimento di un accesso vascolare e la somministrazione dei farmaci di emergenza.

Assistenza post-arresto cardiaco

I professionisti pre-ospedalieri assicurano il trasporto del paziente per le cure definitive. In caso di paziente con COVID-19 sospetto o noto, è necessario avviare un contatto con l'ospedale ricevente il prima possibile durante il trasporto.

Alcuni studi suggeriscono che il paziente rianimato con successo dall'arresto cardiaco dovrebbe essere trasportato al Dipartimento di Emergenza più vicino e più appropriato per la stabilizzazione iniziale e successivamente trasferito in una struttura specializzata nella gestione



Figura 1.2 Un drone che trasporta un defibrillatore automatico esterno (DAE) può ridurre l'intervallo di tempo fra il collasso del paziente e il tempo di defibrillazione. (Da istock.com.)

a un livello più elevato dei pazienti critici per ulteriori cure. Altri studi invece suggeriscono che questi pazienti dovrebbero essere sottoposti a triage sul campo e trasportati direttamente in centri specializzati in grado di eseguire una rivascolarizzazione coronarica invasiva, per garantire il miglior risultato possibile (Geller & Abella, 2018; Institute of Medicine et al., 2015). I termini utilizzati per identificare questi centri specializzati sono: centri di arresto cardiaco (CAC), centri di ricezione di arresto cardiaco, centri cardiaci completi e centri di rianimazione cardiaca. Le attuali linee guida considerano ragionevole il trasporto dei pazienti rianimati direttamente ai CAC specializzati, quando non è disponibile un'assistenza completa per la terapia post-arresto cardiaco presso le strutture locali (Berg et al., 2020).

Avvertimento

Se il ripristino della circolazione spontanea (Return Of Spontaneous Circulation, ROSC) non è stato ottenuto dopo gli opportuni sforzi di rianimazione sul campo nel caso di un paziente con COVID-19 sospetto o noto, si consiglia di considerare di non trasferire il paziente in ospedale, tenendo conto della bassa probabilità di sopravvivenza del paziente e del rischio di esposizione del personale SET e ospedaliero (Edelson et al., 2020).

Alcuni SET particolarmente attivi instaurano collaborazioni con le strutture ospedaliere per fornire pacchetti standardizzati di interventi di assistenza basati sull'evidenza, progettati per migliorare i tassi di ROSC e la sopravvivenza alla dimissione dall'ospedale. Le componenti dei pacchetti assistenziali variano; alcuni esempi includono l'implementazione di un programma DA-RCP di alta qualità, l'uso di defibrillatori dotati di funzioni di feedback, le compressioni toraciche con minimizzazione delle interruzioni, la ventilazione passiva, il controllo avanzato delle vie aeree ritardato o l'uso di dispositivi meccanici per la RCP, tra le molte possibilità. Una tipologia di pacchetto assistenziale che ha portato a un miglioramento dei tassi di ROSC e che è stata implementata dal Palm Beach County Fire Rescue in Florida include la ventilazione passiva, la ventilazione a pressione positiva ritardata, l'utilizzo di un dispositivo a soglia di impedenza, un focus sulle compressioni toraciche continue con una transizione precoce alla RCP, mediante l'utilizzo di un dispositivo meccanico di compressione toracica, e il trasporto del paziente con la testa e il torace in posizione rialzata al fine di consentire un calo della pressione intracranica e un potenziale miglioramento della perfusione cerebrale (Scheppke, 2019).

Recupero

Il recupero è stato incluso nella catena della sopravvivenza al fine di riconoscere l'importanza del supporto nei confronti di coloro che sono sopravvissuti a un arresto cardiaco e degli operatori sanitari che se ne occupano durante la riabilitazione, a breve e lungo termine.

Catena della sopravvivenza intraospedaliera

Gli anelli della catena di sopravvivenza intraospedaliera per le persone adulte comprendono il riconoscimento precoce e la prevenzione dell'arresto cardiaco, la segnalazione e la risposta tempestiva quando si verifica un arresto cardiaco, l'esecuzione di una RCP di alta qualità, la defibrillazione precoce e i trattamenti intra-arresto e post-arresto (Panchal et al., 2020).

Avvertimento

Gli studi scientifici dimostrano che il tasso di sopravvivenza dopo un arresto cardiaco intraospedaliero è inferiore durante le notti e nei fine settimana che di giorno e durante i giorni feriali (Ofoma et al., 2018).

Riconoscimento precoce e prevenzione

L'arresto cardiaco in un paziente ricoverato è spesso preceduto da segni e sintomi premonitori indicativi di un deterioramento fisiologico, quale il riscontro di segni vitali anomali (Andersen et al., 2016; Douw et al., 2015; Lyons et al., 2018). Il concetto di sistema di risposta rapida (Rapid Response System) è emerso in seguito al riconoscimento che l'individuazione precoce e il trattamento del paziente con segni di deterioramento clinico possono prevenire l'arresto cardiaco e migliorare la prognosi del paziente. Il Capitolo 2 discute questi sistemi in maniera più dettagliata.

Segnalazione e risposta

Ogni membro del personale ospedaliero deve essere in grado di riconoscere un arresto cardiaco e deve sapere come richiedere assistenza quando si verifica un tale evento. La segnalazione tempestiva con conseguente attivazione del team di rianimazione può essere effettuata premendo un apposito "pulsante codice" al letto del paziente, chiamando una linea telefonica specifica o utilizzando un "tasto rapido" presente sui telefoni interni della struttura. Una volta contattato l'operatore, è necessario indicare il tipo di emergenza e dove ci si trova. Dopo che l'operatore è stato informato dell'emergenza, vengono attivati i membri del team di rianimazione, tipicamente attraverso telefoni cellulari e/o un sistema di chiamata tramite altoparlante diffuso in tutto l'ospedale.

Prestazioni di rianimazione cardiopolmonare di alta qualità

Sebbene gli arresti cardiaci e l'esecuzione della RCP siano relativamente rari negli ambienti ospedalieri (Kronick et al., 2015), il personale ospedaliero deve essere in grado di eseguire una RCP di alta qualità immediatamente dopo il riconoscimento di un arresto cardiaco. Poiché la formazione potrebbe non essere adeguata a garantire prestazioni ottimali, strategie come l'accesso tempestivo alle apparecchiature, promemoria visivi, test regolari e sistemi di feedback attivi durante la rianimazione del paziente sono state suggerite come metodi per migliorare la traduzione delle linee guida della rianimazione in pratica, durante la gestione dell'arresto cardiaco (Morrison et al., 2013).

Defibrillazione precoce

Si stima che circa la metà di tutti gli arresti cardiaci intraospedalieri si verifica al di fuori dell'unità di terapia intensiva (UTI) (Morrison et al., 2013). Poiché possono trascorrere diversi minuti prima che i membri del team di rianimazione arrivino con un defibrillatore, l'installazione strategica di DAE in tutta la struttura può essere utile per consentire di eseguire una defibrillazione tempestiva, con l'obiettivo di erogare la prima scarica entro 3 minuti dall'arresto cardiaco (Link et al., 2010).

Trattamenti intra-arresto e post-arresto cardiaco

Durante l'arresto e sotto la direzione di un team leader, l'equipaggio di rianimazione procede alla stabilizzazione del paziente attraverso vari interventi, tra cui la continuazione di una RCP di alta qualità, la defibrillazione in caso di tachicardia ventricolare senza polso o di fibrillazione ventricolare, la realizzazione di un accesso vascolare e la somministrazione di farmaci, nonché l'esecuzione di procedure di gestione avanzata delle vie aeree e di supporto ventilatorio.

Se questi interventi consentono il ROSC, le successive cure post-arresto, compresi il monitoraggio avanzato e la gestione della temperatura target, vengono assicurate da un team multidisciplinare nell'ambito di una UTI. Dopo la rianimazione, il team deve riunirsi per un debriefing al fine di discutere gli aspetti relativi alle capacità psicomotorie e alle funzioni cognitive del paziente, le problematiche relative al team, nonché gli aspetti di natura emotiva dei familiari e dei professionisti sanitari (Kronick et al., 2015).

Recupero

L'anello del recupero riconosce l'importanza di fornire un supporto efficace per i bisogni fisici, cognitivi ed emotivi dei pazienti sopravvissuti a un arresto cardiaco e dei loro operatori, mentre il paziente passa dalle cure ospedaliere a quelle domiciliari, tornando a ricoprire il proprio ruolo all'interno del contesto sociale (Berg et al., 2020; Panchal et al., 2020).

RIANIMAZIONE CARDIOPOLMONARE DI ALTA QUALITÀ

Nel rapporto del 2015, *Strategies to Improve Cardiac Arrest Survival: A Time to Act*, l'Institute of Medicine ha spiegato la differenza fra i termini RCP di alta qualità e RCP ad alte prestazioni: "I termini RCP di alta qualità e RCP ad alte prestazioni vengono spesso usati in modo intercambiabile. La RCP di alta qualità è la RCP che soddisfa gli standard di prestazione secondo una serie di misure fondamentali identificate come clinicamente rilevanti nelle linee guida nazionali e internazionali. La RCP ad alte prestazioni sottolinea l'importanza dei fattori correlati al team (per es., comunicazione, collaborazione, lavoro di squadra e leadership) per ottenere una RCP di alta qualità, nonché altri aspetti delle prestazioni che influenzano la prognosi. Sebbene la letteratura scientifica sia poco coerente sull'utilizzo di questi termini, il comitato ritiene che questa distinzione sia utile al fine di rimarcare le diverse competenze richieste per l'esecuzione di una RCP efficace. Questi due concetti devono essere impiegati in tandem da qualsiasi team di rianimazione" (Institute of Medicine et al., 2015, pp. 208-209).

Avvertimento

Anche quando la RCP viene eseguita seguendo le linee guida raccomandate, si stima che essa fornisca solo dal 10% al 30% del normale flusso sanguigno al cuore e dal 30% al 40% del normale flusso sanguigno al cervello (Meaney et al., 2013).

Verificato che la RCP è indicata, il paziente deve essere posizionato supino su una superficie solida e piana, quando possibile, e devono essere iniziate le compressioni toraciche. Se il paziente non può essere posizionato in posizione supina, le attuali linee guida per i soccorritori suggeriscono ragionevolmente di eseguire la RCP con il paziente in posizione prona, e ciò vale in particolare per i pazienti ospedalizzati nei quali si è conseguito il controllo avanzato delle vie aeree (Panchal et al., 2020).

La RCP di alta qualità è costituita da diversi elementi, illustrati nel Box 1.1.

BOX 1.1 Elementi di una RCP di alta qualità

- Comprimerne il torace del paziente adulto a una profondità di almeno 5 cm, senza superare i 6 cm
- Eseguire le compressioni toraciche a una frequenza da 100 a 120 al minuto
- Evitare di appoggiarsi al torace durante le compressioni, per consentire l'arretramento completo della parete toracica
- Evitare un'eccessiva ventilazione
- Massimizzare le compressioni toraciche (cioè almeno il 60%) riducendo al minimo le pause tra le compressioni (10 secondi o meno)
- Per evitare l'affaticamento, sostituire chi esegue le compressioni ogni 2 minuti circa o prima, se necessario (la sostituzione deve richiedere un tempo di circa 5 secondi)

Quando le compressioni toraciche vengono interrotte durante l'arresto cardiaco, non viene generato flusso sanguigno; questa condizione è indicata come tempo a flusso zero. Di conseguenza, le pressioni di perfusione cerebrale e coronarica diminuiscono rapidamente e drasticamente, riducendo così il flusso sanguigno al cervello e al cuore. Anche dopo la ripresa delle compressioni, sono necessarie diverse compressioni toraciche per ripristinare la pressione di perfusione coronarica. La ricerca rivela che un aumento della frazione di tempo impiegata a effettuare le compressioni toraciche (Chest Compression Fraction, CCF), che è la percentuale del tempo impiegato per l'esecuzione delle compressioni toraciche durante la gestione complessiva dell'arresto cardiaco, è predittivo di una migliore sopravvivenza. Sebbene una dichiarazione di consenso del

2013 sulla qualità della RCP raccomandasse una CCF di almeno l'80% per ottenere risultati ottimali (Meaney et al., 2013), le attuali linee guida sulla rianimazione indicano che, nell'arresto cardiaco di un paziente adulto, può essere ragionevole eseguire la RCP con una CCF di almeno il 60% (Panchal et al., 2020). Le interruzioni che si verificano in corso di esecuzione della compressione, e che sono dovute alle procedure per la ricerca di un accesso vascolare, per l'intubazione e il cambio dell'operatore che esegue la compressione, sommate alle pause che precedono l'erogazione di uno shock, possono ridurre significativamente la CCF (Bhardwaj & Abella, 2015). Nei pazienti adulti in arresto cardiaco con ritmo defibrillabile, è stato dimostrato che pause perishock (cioè le pause nelle compressioni toraciche prima e dopo uno shock defibrillatorio) di 40 secondi o più sono associate a una ridotta probabilità di sopravvivenza rispetto a pause di 20 secondi o inferiori (Cheskes et al., 2011).

Avvertimento

Durante un arresto cardiaco, le interruzioni delle compressioni toraciche devono essere ridotte al minimo per massimizzare la quantità di tempo in cui esse generano flusso sanguigno. Quando sono necessarie pause in corso di RCP (per es., defibrillazione, cambio dell'operatore che esegue le compressioni toraciche, posizionamento di una tavola spinale), esse devono essere inferiori a 10 secondi, se possibile. In alcune aree, quando in corso di RCP la compressione viene interrotta allo scopo di effettuare il controllo del polso, il soccorritore che esegue le compressioni toraciche inizia un conto alla rovescia di 10 secondi e riprende automaticamente la RCP a meno che non venga annunciato il rilevamento del polso (Hopkins et al., 2016).

Le compressioni toraciche di alta qualità richiedono una spinta forte e veloce sul torace del paziente, il che significa comprimere il torace dell'adulto a una profondità di almeno 5 cm, senza superare i 6 cm, a una frequenza compresa tra 100 e 120 compressioni al minuto. Durante la fase sistolica della compressione toracica, la profondità delle compressioni deve essere sufficiente a fornire una gittata sistolica e una pressione di perfusione cerebrale adeguate (Benner et al., 2011). Durante la fase di rilascio (diastolica) della compressione toracica, la pressione intratoracica è bassa, il che favorisce l'aumento del ritorno del sangue venoso al torace. Se la pressione intratoracica è troppo alta, il ritorno venoso risulta inibito.

Durante un arresto cardiaco, è necessario prestare attenzione alla frequenza e al volume utilizzati durante la ventilazione del paziente. Ventilare il paziente troppo velocemente o con un volume esagerato è comune durante gli sforzi di rianimazione e provoca un'eccessiva pressione intratoracica, che si traduce in una diminuzione del ritorno venoso al torace, delle pressioni di perfusione cerebrale e coronarica e della gittata cardiaca, con una conseguente riduzione dei tassi di sopravvivenza (Meaney et al., 2013; O'Neill & Deakin, 2007).

Avvertimento

È importante ventilare un paziente in arresto cardiaco con un volume appena sufficiente da poter osservare il torace del paziente sollevarsi dolcemente.

Ostacoli a un'efficace rianimazione cardiopolmonare

Numerosi studi hanno dimostrato che la qualità della RCP in ambito sia extraospedaliero sia intraospedaliero non è ancora ben definita da specifiche linee guida. La ricerca scientifica indica che le compressioni spesso non vengono continuate per periodi sufficientemente lunghi durante i tentativi di rianimazione. Le compressioni sono spesso troppo lente, troppo veloci o troppo superficiali, prima dei tentativi di defibrillazione avvengono pause eccessivamente lunghe e le ventilazioni eseguite sono spesso troppo veloci (Institute of Medicine et al., 2015). Di conseguenza, i soccorritori spesso non riescono a eseguire la RCP rispettando i target di profondità,

frequenza, ritorno elastico del torace e CCF durante un arresto cardiaco, simulato e reale (Anderson et al., 2019). I possibili fattori che influenzano queste carenze comprendono l'addestramento infrequente, la mancanza degli elementi che determinano la qualità della RCP e un'ineadeguata leadership durante le manovre di rianimazione (Abella & Becker, 2019).

L'affaticamento dei soccorritori è stato identificato quale importante fattore in grado di contribuire potenzialmente a una RCP di qualità scadente (Brooks et al., 2014). L'affaticamento dei soccorritori contribuisce a un'ineadeguata profondità delle compressioni, compromette la pressione di perfusione coronarica ed è anche responsabile di un inadeguato ritorno elastico del torace (Reynolds et al., 2012).

È stato dimostrato che la profondità delle compressioni risulta già compromessa dopo un 1 minuto di rianimazione (Hightower et al., 1995; Zhang et al., 2013), mentre i soccorritori tendono a riconoscere di essere affaticati non prima di 5 minuti di RCP (Reynolds et al., 2012). Per ridurre al minimo l'affaticamento, i soccorritori che effettuano le compressioni toraciche devono alternarsi ogni 2 minuti. Idealmente, il cambio del soccorritore deve avvenire in meno di 5 secondi e deve essere effettuato durante l'esecuzione di un altro intervento (per es., defibrillazione).

Il cervello e il cuore sono sensibili al danno ischemico. Dal momento che il ripristino di adeguate pressioni di perfusione cerebrale e coronarica richiede tempo, anche pause di breve durata (4-5 secondi) nelle compressioni toraciche portano a una caduta importante di tali pressioni, con conseguente riduzione del flusso sanguigno al cervello e al cuore (Ewy, 2005; Wik et al., 2005). L'interruzione delle compressioni toraciche durante un arresto cardiaco comporta la mancata generazione di flusso sanguigno. Anche dopo la ripresa di queste manovre, sono necessarie diverse compressioni toraciche per ripristinare la pressione di perfusione coronarica.

È essenziale consentire alla parete toracica di ritornare nella sua posizione normale dopo ogni compressione. Il ritorno elastico incompleto della parete toracica è un'evenienza comune durante la RCP, in particolare quando i soccorritori sono affaticati, e può verificarsi quando il soccorritore mantiene una postura piegata in avanti, sul torace del paziente, ostacolando l'espansione completa del torace (Meaney et al., 2013). Il ritorno incompleto determina l'aumento della pressione intratoracica e la riduzione della pressione di perfusione coronarica, del flusso sanguigno miocardico, della pressione di perfusione cerebrale e della gittata cardiaca (Rajab et al., 2011; Reynolds et al., 2012).

Tecniche aggiuntive per migliorare la qualità della rianimazione cardiopolmonare

Sono state studiate diverse tecniche aggiuntive in alternativa alla RCP standard. La RCP a compressione-decompressione attiva (Active Compression-Decompression, ACD-RCP) viene eseguita utilizzando un dispositivo di aspirazione manuale o meccanico posizionato a metà dello sterno del paziente. Il dispositivo solleva attivamente la parte anteriore del torace durante la fase di ritorno elastico della RCP. La pressione intratoracica negativa che ne risulta migliora il ritorno venoso al cuore.

Un dispositivo di soglia di impedenza (Impedance Threshold Device, ITD) è un semplice strumento che viene posizionato tra una maschera facciale e un pallone di ventilazione o tra una via aerea avanzata e un pallone di ventilazione. L'ITD limita l'ingresso di aria nei polmoni durante la fase di ritorno elastico delle compressioni toraciche, senza ostacolare la ventilazione attiva. La pressione intratoracica negativa generata migliora il ritorno venoso al cuore destro e la gittata cardiaca con le successive compressioni toraciche. L'ITD viene rimosso quando viene raggiunto il ROSC. Le attuali linee guida sulla rianimazione osservano che l'uso combinato di ACD-RCP e ITD può rappresentare una ragionevole alternativa alla RCP standard in contesti in cui sono presenti attrezzature adeguate e personale correttamente formato; tuttavia, l'utilizzo di routine dell'ITD come dispositivo aggiuntivo durante la RCP convenzionale non è raccomandato (Panchal et al., 2020).

L'utilizzo di dispositivi per la compressione toracica meccanica è stato proposto come alternativa alle compressioni manuali allo scopo di migliorare la profondità, la frequenza e la consistenza della compressione. Esistono dati contrastanti sulla capacità di questi dispositivi mecca-

nici di eseguire, in modo più affidabile rispetto alla compressione manuale effettuata dai soccorritori, una RCP di alta qualità, incluse frequenza, profondità e frazione complessiva delle compressioni (Nordeen, 2018). I ricercatori osservano l'impossibilità di stabilire il momento ottimale, durante un arresto cardiaco, in cui andrebbe impiegato il dispositivo meccanico, in particolare in quei pazienti con evidente ritmo defibrillabile (Poole et al., 2018). Alcuni studi dimostrano che la qualità delle compressioni meccaniche può essere migliore di quella delle compressioni umane, una volta che il dispositivo è stato applicato in modo corretto; tuttavia, va considerato che l'applicazione del dispositivo richiede interruzioni nell'esecuzione delle compressioni toraciche, che potrebbero risultare dannose se il tempo di sospensione delle manovre si protrae eccessivamente (Nordeen, 2018).

Sebbene le compressioni toraciche manuali rimangano lo standard di cura per il trattamento dell'arresto cardiaco, l'impiego di dispositivi di compressione toracica meccanici può rappresentare una valida alternativa nel caso in cui vengano utilizzati da personale adeguatamente formato, e "può rivelarsi particolarmente utile in contesti specifici in cui l'esecuzione di manovre RCP di alta qualità risulta impegnativa o addirittura pericolosa per l'operatore (per es., disponibilità limitata di soccorritori, RCP prolungata, in corso di arresto cardiaco ipotermico, durante il trasporto in ambulanza, in sala angiografica, durante la preparazione per la RCP extracorporea), a condizione che i soccorritori limitino rigorosamente le interruzioni della RCP durante l'avvio e la rimozione dei dispositivi" (Panchal et al., 2020). Nei contesti in cui vengono utilizzati questi dispositivi meccanici, gli operatori devono seguire un'adeguata formazione allo scopo di minimizzare le tempistiche della messa in funzione del dispositivo, come anche le interruzioni nelle compressioni, mentre il dispositivo è in uso (Brooks et al., 2014).

Avvertimento

Ai fini di ridurre l'esposizione del soccorritore durante la rianimazione di un adulto o di un adolescente con malattia da COVID-19 sospetta o nota, è importante valutare la possibilità di sostituire le compressioni toraciche manuali con quelle effettuate da un dispositivo meccanico per RCP, se il paziente soddisfa i criteri di altezza e peso riferiti dal produttore e se sono in atto protocolli e competenze per l'uso in sicurezza di tali dispositivi (Edelson et al., 2020).

MONITORAGGIO DURANTE LA RIANIMAZIONE CARDIOPOLMONARE

Gli esperti riconoscono che la qualità delle manovre di RCP eseguite è fondamentale ai fini della sopravvivenza del paziente all'arresto cardiaco, tanto quanto lo sono il riconoscimento precoce dell'evento e l'attivazione immediata del sistema di risposta alle emergenze (Meaney et al., 2013). Il monitoraggio della qualità della RCP include una valutazione della risposta del paziente e delle prestazioni del soccorritore.

Monitoraggio della risposta del paziente

Dopo aver inserito una via aerea avanzata, è importante monitorare in continuo l'EtCO₂ per controllare la qualità delle compressioni durante gli sforzi di rianimazione (Fig. 1.3). L'EtCO₂ diminuisce drasticamente all'insorgere dell'arresto cardiaco, aumenta quando viene eseguita una RCP efficace (generalmente da 10 a 20 millimetri di mercurio [mmHg]) e torna ai livelli fisiologici (da 35 a 45 mmHg) con il raggiungimento del ROSC (Abella et al., 2019). Bassi valori di EtCO₂ (cioè inferiori a 10 mmHg) durante i tentativi di rianimazione indicano la necessità di indagare i fattori che ostacolano un'efficace RCP (per es., affaticamento del soccorritore, tamponamento cardiaco, pneumotorace, broncospasmo, ostruzione del muco del tubo endotracheale [TET], attorcigliamento del TET, fluido alveolare all'interno del TET, perdita d'aria da una via aerea danneggiata o difettosa, iperventilazione) (Kodali & Urman, 2014; Link et al., 2015).

Gli esperti osservano che il mancato mantenimento di una EtCO_2 a livelli superiori a 10 mmHg durante la RCP di un adulto è sintomo di scarsa gittata cardiaca, ed è predittivo di rianimazione inefficace (Link et al., 2015; Meaney et al., 2013).

Quando il soccorritore che esegue le compressioni toraciche va incontro ad affaticamento, sullo schermo è possibile visualizzare una riduzione graduale dell'altezza dell'onda, indicativa della necessità di cambiare i ruoli dei soccorritori. Un aumento improvviso e sostenuto della EtCO_2 durante la RCP è un indicatore di ROSC. Oltre a migliorare la qualità della RCP effettuata, il monitoraggio della EtCO_2 consente al clinico di eseguire le compressioni toraciche senza interrompersi per controllare il polso, a meno che non si osservi un aumento improvviso della

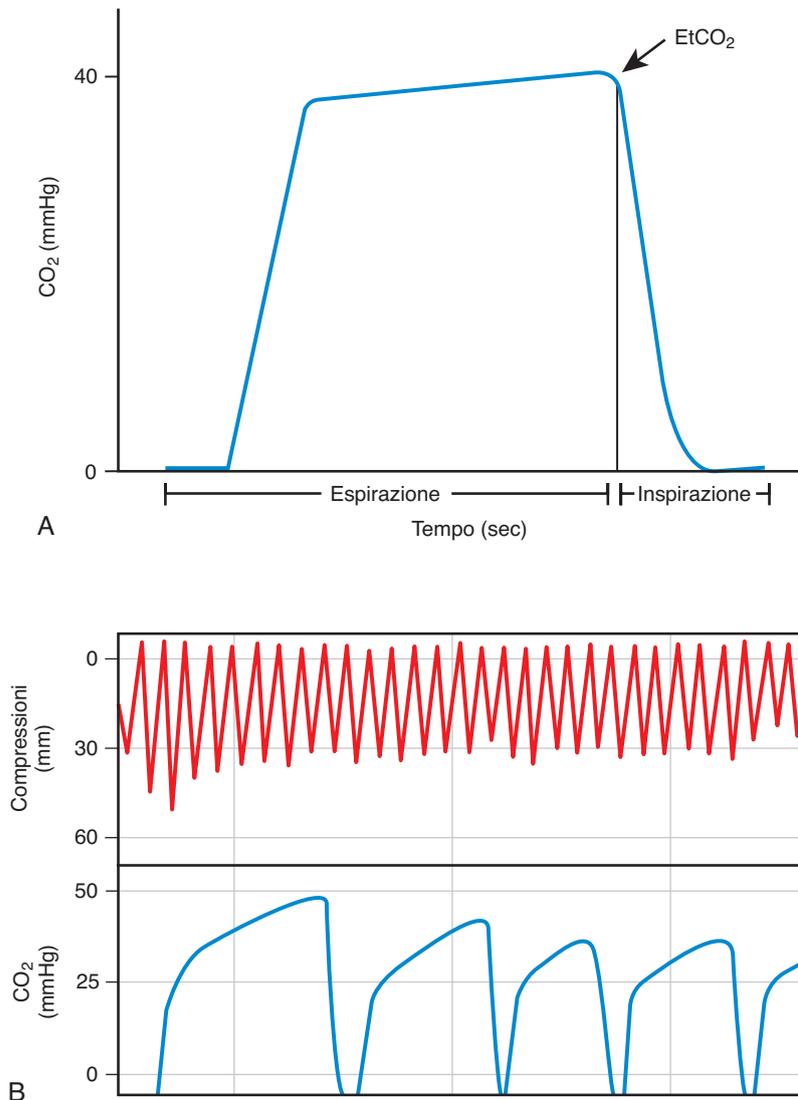


Figura 1.3 Capnografia a forma d'onda durante l'arresto cardiaco. (A) Diagramma della pressione parziale di anidride carbonica di fine espirazione (PETCO_2) che mostra un ciclo di ventilazione tipico e una forma d'onda di CO_2 . Il punto che rappresenta la PETCO_2 è contrassegnato da una *freccia*. (B) Registrazione della PETCO_2 durante la rianimazione cardiopolmonare. Questa immagine mostra l'utilizzo della capnografia in corso di rianimazione. La forma d'onda della compressione toracica è mostrata in rosso (pannello superiore) e la forma d'onda PETCO_2 è mostrata in blu (pannello inferiore). EtCO_2 , CO_2 di fine espirazione. (Da Roberts, J.R., Custalow, CB e Thomsen, TW [2019]. *Roberts and Hedges' clinical procedures in emergency medicine and acute care*, ed 7, Philadelphia, Elsevier.)

EtCO₂, momento in cui è possibile verificare se sia avvenuto il ripristino della circolazione spontanea (Cunningham et al., 2012).

In ambito ospedaliero, se nel paziente adulto sono già stati inseriti cateteri arteriosi e venosi al momento dell'arresto cardiaco, le forme d'onda arteriose possono essere utilizzate per valutare l'adeguatezza delle compressioni toraciche durante il tentativo di rianimazione. Gli esperti osservano che è più probabile che la rianimazione in un adulto abbia successo quando la pressione di perfusione coronarica è maggiore di 20 mmHg e la pressione diastolica è maggiore di 25 mmHg (Meaney et al., 2013).

Monitoraggio delle prestazioni del soccorritore

I dispositivi di feedback forniscono al soccorritore informazioni sulla qualità della RCP eseguita (per es., frequenza e profondità delle compressioni toraciche, posizionamento delle mani, ritorno elastico della parete toracica, frazione delle compressioni toraciche). I dati misurati vengono quindi trasmessi al soccorritore tramite segnali vocali o messaggi visivi (o entrambi), consentendogli di correggere immediatamente le proprie prestazioni. Alcuni dispositivi di feedback sono sistemi autonomi che vengono applicati al torace del paziente, e alcuni di questi sono incorporati nei defibrillatori, mentre altri si servono di un'app installata su un dispositivo indossabile, per esempio uno smartwatch.

Con alcuni defibrillatori abilitati al feedback, i segnali vocali e i messaggi visivi sullo schermo del monitor vengono attivati quando le compressioni toraciche o le ventilazioni misurate sono interrotte o si discostano dai parametri delle linee guida di rianimazione preprogrammate (Fig. 1.4). Il soccorritore che esegue la compressione toracica deve avere una visuale libera dello schermo del monitor durante le manovre di rianimazione, per migliorare l'efficacia del feedback audiovisivo (Bobrow et al., 2013). Alcuni defibrillatori sono in grado di filtrare gli artefatti della RCP, consentendo al soccorritore di analizzare il ritmo cardiaco di un paziente senza interrompere le manovre (Fig. 1.5). Su molti defibrillatori è installato un software specifico che raccoglie e fornisce dati riepilogativi sulle metriche della RCP, tra cui frequenza e profondità medie delle compressioni toraciche, CCF, pause pre-shock e post-shock, proporzione di tutte le compressioni (frequenza e profondità) che rientrano nei range definiti dalle linee guida, frequenza della ventilazione, analisi dell'interpretazione del ritmo e delle decisioni



Figura 1.4 Diversi defibrillatori, come l'MRx-QCPR mostrato in questa figura, sono dotati di una piastra per le compressioni toraciche che consente il monitoraggio della qualità delle compressioni e fornisce feedback correttivi ai soccorritori. (Per gentile concessione di Philips Healthcare. Tutti i diritti riservati.)



Figura 1.5 Questo monitor-defibrillatore Zoll R Series filtra gli artefatti della rianimazione cardiopolmonare, consentendo al soccorritore di analizzare il ritmo cardiaco di un paziente senza interrompere le compressioni toraciche. (Per gentile concessione di Zoll Medical Corporation, Chelmsford, MA.)

terapeutiche, nonché suggerimenti per il loro miglioramento (Hopkins et al., 2016). Le attuali linee guida sulla rianimazione ritengono vantaggioso l'utilizzo di dispositivi di feedback audiovisivo durante la RCP per ottimizzare le prestazioni in tempo reale, e utile, quando possibile, ricorrere alla valutazione dei parametri fisiologici, come la pressione arteriosa o l'EtCO₂ per monitorare e ottimizzare la qualità della RCP (Panchal et al., 2020).

PER RACCOGLIERE LE IDEE

Indicare una o più opzioni che meglio completano l'affermazione o rispondono alla domanda.

- _____ 1. Durante quale fase di un arresto cardiaco viene eseguita la RCP?
 - a. Fase senza flusso.
 - b. Fase pre-arresto.
 - c. Fase a basso flusso.
 - d. Fase post-rianimazione.

- _____ 2. Quali dei seguenti elementi sono essenziali in una RCP di alta qualità? Selezionare tutte le risposte che si ritengono corrette.
 - a. Spingere forte, veloce.
 - b. Comprimerne il torace a una velocità di almeno 120/min.
 - c. Ridurre al minimo le interruzioni delle compressioni toraciche.
 - d. Consentire il pieno ritorno elastico del torace tra le compressioni.

- _____ 3. Per ridurre al minimo l'affaticamento, i soccorritori che effettuano le compressioni toraciche devono ruotare ogni:
 - a. 30 secondi.
 - b. 2 minuti.
 - c. 5 minuti.
 - d. 10 minuti.

- _____ 4. Quale delle seguenti è una causa comune di eccessiva pressione intratoracica durante la RCP?
 - a. Iperventilazione.
 - b. Incapacità di aprire le vie aeree.
 - c. Frequenza inadeguata delle compressioni toraciche.
 - d. Frequenti interruzioni per il controllo del ritmo/polso.

- _____ 5. Selezionare, fra le seguenti opzioni, gli anelli della catena della sopravvivenza intraospedaliera.
 - a. Defibrillazione rapida.
 - b. RCP precoce di alta qualità.
 - c. Riconoscimento precoce e prevenzione.
 - d. Assistenza intra-arresto e post-arresto.

- _____ 6. Gli esperti raccomandano una CCF di almeno ___ per risultati ottimali.
 - a. 25%.
 - b. 60%.
 - c. 75%.
 - d. 90%.

- _____ 7. Quando si verifica un arresto cardiaco in ospedale, l'obiettivo raccomandato è quello di erogare la prima scarica entro ___ dal collasso del paziente.
 - a. 2 minuti.
 - b. 3 minuti.
 - c. 5 minuti.
 - d. 10 minuti.

- _____ 8. A quale fase dell'arresto cardiaco è associato un ROSC?
 - a. Fase senza flusso.
 - b. Fase di pre-arresto.
 - c. Fase a basso flusso.
 - d. Fase post-rianimazione.

- _____ 9. Selezionare le affermazioni vere sui dispositivi di feedback utilizzati per migliorare la qualità della RCP.
- Sebbene possa essere utile a guidare la frequenza con cui devono essere eseguite le compressioni toraciche, il ritmo di una canzone non è considerato un dispositivo di feedback.
 - La frequenza delle compressioni toraciche, la profondità, la posizione della mano, il ritorno elastico della parete toracica e la frazione delle compressioni toraciche sono esempi di dati che possono essere misurati con alcuni dispositivi di feedback.
 - Un metronomo è un esempio di dispositivo di feedback economico, ma efficace.
 - I dispositivi attualmente disponibili possono fornire all'utente un feedback audio, ma non video.
- _____ 10. Selezionare le affermazioni corrette sul monitoraggio dell'EtCO₂ dopo l'inserimento di una via aerea avanzata durante un arresto cardiaco.
- Cercare le cause che possono ostacolare un'efficace RCP se i valori di EtCO₂ sono costantemente inferiori a 20 mmHg durante i tentativi di rianimazione.
 - È ragionevole aspettarsi valori di EtCO₂ compresi tra 10 e 20 mmHg quando viene eseguita un'efficace RCP.
 - Il mancato mantenimento di una EtCO₂ a livelli superiori a 20 mmHg durante la RCP per adulti è un forte predittore di rianimazione non riuscita.
 - Valori di EtCO₂ compresi tra 35 a 45 mmHg sono indicativi di ROSC.

PER RACCOGLIERE LE IDEE – RISPOSTE

- C.** La fase a basso flusso di un arresto cardiaco inizia con l'inizio della RCP.
- A, C, D.** Gli elementi essenziali di una RCP di alta qualità sono "spingere forte, velocemente (ovvero, comprimere il torace dell'adulto a una profondità di almeno 5 centimetri ed eseguire compressioni a una frequenza da 100 a 120 al minuto), consentire il ritorno elastico completo del torace tra le compressioni, massimizzare la CCF (cioè ridurre al minimo le interruzioni delle manovre) ed evitare una ventilazione eccessiva".
- B.** Per ridurre al minimo l'affaticamento, i soccorritori che effettuano le compressioni toraciche devono ruotare ogni 2 minuti. Idealmente, il cambio dovrebbe essere completato in meno di 5 secondi e dovrebbe essere effettuato mentre viene eseguito un altro intervento (per es., defibrillazione).
- A.** L'iperventilazione è una causa comune di eccessiva pressione intratoracica durante la RCP. È essenziale ventilare un paziente in arresto cardiaco a una frequenza adeguata all'età e con un volume appena sufficiente per osservare il torace del paziente sollevarsi dolcemente. Ventilare un paziente con arresto cardiaco troppo velocemente o con troppo volume provoca un'eccessiva pressione intratoracica, che si traduce in una riduzione del ritorno venoso nel torace, della pressione di perfusione coronarica e cerebrale, della gittata cardiaca e dei tassi di sopravvivenza.
- A, B, C, D.** Gli anelli della catena della sopravvivenza in ospedale per gli adulti includono il riconoscimento precoce e la prevenzione dell'arresto cardiaco, la tempestiva notifica e risposta quando si verifica un arresto cardiaco, l'esecuzione di una RCP di alta qualità, la defibrillazione immediata e le cure intra-arresto e post-arresto.
- B.** La CCF è la proporzione del tempo dedicato all'esecuzione delle compressioni toraciche durante un arresto cardiaco. Sebbene una dichiarazione di consenso del 2013 sulla qualità della RCP raccomandasse una CCF di almeno l'80% per risultati ottimali, le linee guida

sulla rianimazione del 2020 rilevano che nell'arresto cardiaco di un adulto può essere sufficiente eseguire la RCP con una CCF di almeno il 60%.

7. **A.** Poiché possono essere necessari diversi minuti prima che i membri del team di rianimazione raggiungano il paziente con un defibrillatore, l'impiego strategico del DAE in tutta la struttura può aiutare a ottenere una defibrillazione rapida, con l'obiettivo di erogare la prima scarica entro 2 minuti dal collasso del paziente.
8. **D.** La fase post-rianimazione di un arresto cardiaco inizia con il ROSC.
9. **A, B.** I dispositivi di feedback sono strumenti utilizzati per misurare gli aspetti dell'esecuzione di una RCP che influiscono sulla qualità delle manovre di rianimazione (per es., frequenza e profondità delle compressioni toraciche, posizionamento delle mani, ritorno elastico della parete toracica, frazione delle compressioni toraciche). I dati misurati vengono quindi trasmessi al soccorritore tramite feedback auditivi o visivi (o entrambi), consentendo a quest'ultimo di apportare correzioni automatiche immediate alle proprie prestazioni. Alcuni dispositivi di feedback sono sistemi autonomi che vengono applicati al torace del paziente, alcuni sono incorporati nei defibrillatori e altri utilizzano app su un prodotto indossabile, come uno smartwatch. Sebbene un metronomo, o anche il ritmo di una canzone popolare, sia utile per guidare la frequenza con cui devono essere eseguite le compressioni toraciche, questi non sono da considerarsi dispositivi di feedback, perché non forniscono al soccorritore un feedback in tempo reale, che consentirebbe la correzione della loro prestazione.
10. **B, D.** La EtCO₂ diminuisce bruscamente all'insorgere dell'arresto cardiaco, aumenta quando viene eseguita una RCP efficace (generalmente da 10 a 20 mmHg) e ritorna ai livelli fisiologici (tra 35 a 45 mmHg) con il ROSC. Bassi valori di EtCO₂ (cioè inferiori a 10 mmHg) durante le manovre di rianimazione indicano la necessità di indagare i fattori che ostacolano un'efficace RCP. Gli esperti notano che il mancato mantenimento di una EtCO₂ a livelli superiori a 10 mmHg durante la RCP di un adulto è indicativo di scarsa gittata cardiaca e predittivo di rianimazione inefficace.

BIBLIOGRAFIA

- Abella, B. S., & Becker, L. B. (2019). Cardiopulmonary resuscitation and artificial perfusion during cardiac arrest. In J. R. Roberts, C. B. Custalow, & T. W. Thomsen (Eds.), *Roberts and Hedges' clinical procedures in emergency medicine and acute care* (7th ed., pp. 332–337). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Andersen, L. W., Kim, W. Y., Chase, M., et al. (2016). The prevalence and significance of abnormal vital signs prior to in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation, 98*, 112–117.
- Anderson, R., Sebaldt, A., Lin, Y., & Cheng, A. (2019). Optimal training frequency for acquisition and retention of high-quality CPR skills: A randomized trial. *Resuscitation, 135*, 153–161.
- Benjamin, E. J., Muntner, P., Alonso, A., et al. (2019). Heart disease and stroke statistics-2019 update: A report from the American Heart Association. *Circulation, 139*(10), e56–e528.
- Benner, J. P., Morris, S., & Brady, W. J. (2011). A phased approach to cardiac arrest resuscitation involving ventricular fibrillation and pulseless ventricular tachycardia. *Emerg Med Clin North Am, 29*(4), 711–719.
- Berdowski, J., Beekhuis, F., Zwinderman, A. H., Tijssen, J. G., & Koster, K. W. (2009). Importance of the first link: Description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation, 119*(15), 2096–2102.
- Berg, K. M., Cheng, A., Panchal, A. R., et al. (2020). Part 7: Systems of care: 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation, 142*(16 suppl 2), S580–S604.
- Bhardwaj, A., & Abella, B. S. (2015). Does chest compression fraction matter, after all? *Resuscitation, 97*, A5–A6.
- Bobrow, B. J., Vadeboncoeur, T. F., Stolz, U., et al. (2013). The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med, 62*(1), 47–56.
- Brooks, S. C., Hassan, N., Bigham, B. L., & Morrison, L. J. (2014). Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev, 2014*(2), CD007260.
- Cheskes, S., Schmicker, R. H., Christenson, J., et al. (2011). Perishock pause: An independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation, 124*(1), 58–66.

- Clawson, J., Olola, C., Scott, G., Heward, A., & Patterson, B. (2008). Effect of a medical priority dispatch system key question addition in the seizure/convulsion/fitting protocol to improve recognition of ineffective (agonal) breathing. *Resuscitation*, 79(2), 257–264.
- Cunningham, L. M., Mattu, A., O'Connor, R. E., & Brady, W. J. (2012). Cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: The importance of uninterrupted chest compressions in cardiac resuscitation. *Am J Emerg Med*, 30(8), 1630–1638.
- Douw, G., Schoonhoven, L., Holwerda, T., et al. (2015). Nurses' worry or concern and early recognition of deteriorating patients on general wards in acute care hospitals: A systematic review. *Crit Care*, 19(1), 230.
- Edelson, D. P., Sasson, C., Chan, P. S., et al. (2020). Interim guidance for basic and advanced life support in adults, children, and neonates with suspected or confirmed COVID-19. *Circulation*, e20201405 [online ahead of print].
- Ewy, G. A. (2005). Cardiocerebral resuscitation: the new cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*, 111(16), 2134–2142.
- Ewy, G. A. (2012). The cardiocerebral resuscitation protocol for treatment of out-of-hospital primary cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 20(65), 1–6.
- Geller, B. J., & Abella, B. S. (2018). Evolving strategies in cardiac arrest management. *Cardiol Clin*, 36(1), 73–84.
- Hightower, D., Thomas, S. H., Stone, C. K., Dunn, K., & March, J. A. (1995). Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med*, 26(3), 300–303.
- Hopkins, C. L., Burk, C., Moser, S., Meersman, J., Baldwin, C., & Youngquist, S. T. (2016). Implementation of pit crew approach and cardiopulmonary resuscitation metrics for out-of-hospital cardiac arrest improves patient survival and neurological outcome. *J Am Heart Assoc*, 5(1), 1–10.
- Institute of Medicine, Graham, R., McCoy, M. A., & Schultz, A. M. (Eds.). (2015). *Strategies to improve cardiac arrest survival: a time to act*. Washington, DC: National Academies Press.
- Kilbaugh, T. J., Zwass, M. S., & Ross, P. (2020). Pediatric and neonatal critical care. In M. A. Gropper, R. D. Miller, N. H. Cohen, L. I. Eriksson, L. A. Fleisher, K. Leslie, & J. P. Wiener-Kronish (Eds.), *Miller's anesthesia* (9th ed., pp. 2513–2584). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Kodali, B. S., & Urman, R. D. (2014). Capnography during cardiopulmonary resuscitation: Current evidence and future directions. *J Emerg Trauma Shock*, 7(4), 332–340.
- Kronick, S. L., Kurz, M. C., Lin, S., et al. (2015). Part 4: Systems of care and continuous quality improvement: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 132(suppl 2), S397–S413.
- Link, M. S., Atkins, D. L., Passman, R. S., et al. (2010). Part 6: Electrical therapies: Automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion, and pacing: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 122(suppl 3), S706–S719.
- Link, M. S., Berkow, L. C., Kudenchuk, P. J., et al. (2015). *American Heart Association Guidelines for CPR & ECC*. Retrieved from American Heart Association. In Web-based integrated guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care – Part 7: Adult advanced cardiovascular life support: Eccguidelines.heart.org.
- Lyons, P. G., Edelson, D. P., & Churpek, M. M. (2018). Rapid response systems. *Resuscitation*, 128, 191–197.
- Meaney, P. A., Bobrow, B. J., Mancini, M. E., et al. (2013). Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] Improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: A consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(4), 417–435.
- Morrison, L. J., Neumar, R. W., Zimmerman, J. L., et al. (2013). Strategies for improving survival after in-hospital cardiac arrest in the United States: 2013 consensus recommendations. *Circulation*, 127(14), 1538–1563.
- Myerburg, R. J., & Goldberger, J. J. (2019). Cardiac arrest and sudden cardiac death. In D. P. Zipes, P. Libby, R. O. Bonow, D. L. Mann, G. F. Tomaselli, & E. Braunwald (Eds.), *Braunwald's heart disease: A textbook of cardiovascular medicine* (11th ed., pp. 807–847). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Nordeen, C. A. (2018). Manual versus mechanical cardiopulmonary resuscitation. *Cardiol Clin*, 36(3), 376–386.
- Ofoma, U. R., Basnet, S., Berger, A., Kirchner, H. L., & Girotra, S. (2018). Trends in survival after in-hospital cardiac arrest during nights and weekends. *J Am Coll Cardiol*, 71(4), 402–411.
- O'Neill, J. F., & Deakin, C. D. (2007). Do we hyperventilate cardiac arrest patients? *Resuscitation*, 73(1), 82–85.
- Panchal, A. R., Bartos, J. A., Cabañas, J. G., et al. (2020). Part 3: Adult basic and advanced life support: 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 142(16 suppl 2), S366–S468.

- Panchal, A. R., Berg, K. M., Cabañas, J. G., et al. (2019). 2019 American Heart Association focused update on systems of care: dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and cardiac arrest centers. *Circulation*, *140*(24), e895–e903.
- Poole, K., Couper, K., Smyth, M. A., Yeung, J., & Perkins, G. D. (2018). Mechanical CPR: Who? When? How? *Crit Care*, *22*(1), 140.
- Rajab, T. K., Pozner, C. N., Conrad, C., Cohn, L. H., & Schmitto, J. D. (2011). Technique for chest compressions in adult CPR. *World J Emerg Surg*, *6*(41), 1–5.
- Reynolds, J. C., Bond, M. C., & Shaikh, S. (2012). Cardiopulmonary resuscitation update. *Emerg Med Clin North Am*, *30*(1), 35–49.
- Schepke, K. A. (2019). Palm Beach County sees results after instituting a bundle of care approach to resuscitation. *JEMS*. Retrieved from <https://www.jems.com/2019/02/27/palm-beach-county-sees-results-after-instituting-a-bundle-of-care-approach-to-resuscitation/>.
- Topijan, A. A., Berg, R. A., & Nadkarni, V. M. (2013). Advances in recognition, resuscitation, and stabilization of the critically ill child. *Pediatr Clin North Am*, *60*(3), 605–620.
- Tran, K., Cimon, K., Severn, M., Pessoa-Silva, C. L., & Conly, J. (2012). Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: A systematic review. *PLoS One*, *7*(4), e35797.
- Wik, L., Kramer-Johansen, J., Myklebust, H., Sørebo, H., Svensson, L., Fellows, B., & Steen, P. A. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*, *293*(3), 299–304.
- Zhang, F. L., Yan, L., Huang, S. F., & Bai, X. J. (2013). Correlations between quality indexes of chest compression. *World J Emerg Med*, *4*(1), 54–58.