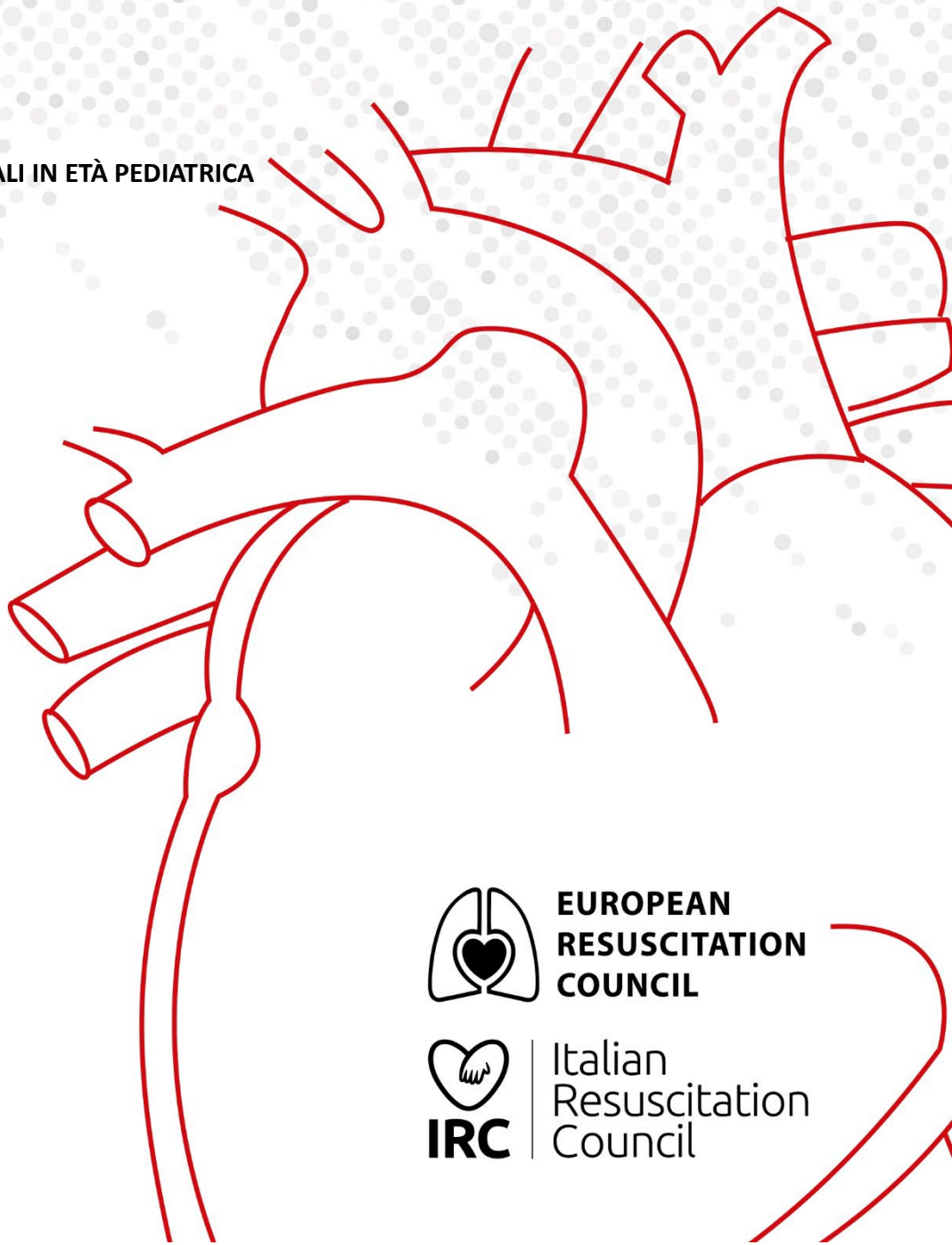


LINEE GUIDA EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2025

Versione originale tradotta con integrazioni a cura
di Italian Resuscitation Council

CAPITOLO 9

SUPPORTO ALLE FUNZIONI VITALI IN ETÀ PEDIATRICA



**EUROPEAN
RESUSCITATION
COUNCIL**



**Italian
Resuscitation
Council**

RESUSCITATION

RIVISTA UFFICIALE DI EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL

Associato con American Heart Association, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Resuscitation Council of Southern Africa e Japanese Resuscitation Council

Copyright declaration

©European and Italian Resuscitation Council 2025. All rights reserved. No parts of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the ERC.

Disclaimer: The knowledge and practice in cardiopulmonary resuscitation is evolving constantly. The information provided in these Guidelines is for educational and informational purposes only. This information should not be used as a substitute for the advice of an appropriately qualified and licensed healthcare provider. Where appropriate, the authors, the editor and the publisher of these Guidelines urge users to consult a qualified healthcare provider for diagnosis, treatment and answers to their personal medical questions. The authors, the editor and the publisher of these Guidelines cannot guarantee the accuracy, suitability or effectiveness of the treatments, methods, products, instructions, ideas or any other content contained herein. The authors, the editor and/or the publisher of these Guidelines cannot be liable in any way for any loss, injury or damage to any person or property directly or indirectly related in any way to the use of these Guidelines.

Translation declaration

This publication is a translation of the original ERC Guidelines 2025. The translation is made by and under supervision of the Italian Resuscitation Council: solely responsible for its contents.

If any questions arise related to the accuracy of the information contained in the translation, please refer to the English version of the ERC Guidelines which is the official version of the document.

Any discrepancies or differences created in the translation are not binding to the European Resuscitation Council and have no legal effect for compliance or enforcement purposes.

©European e Italian Resuscitation Council 2025. Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, immagazzinata in un sistema informatico o trasmessa in qualsiasi forma o tramite qualsiasi modalità, elettronica, meccanica, fotostatica, registrata o altro, senza la preventiva autorizzazione scritta di ERC. Liberatoria: La conoscenza e la prassi della Rianimazione Cardiopolmonare è in continua evoluzione. Le informazioni fornite dalle presenti Linee Guida hanno scopo educativo/formativo e informativo. Queste informazioni non devono essere utilizzate in sostituzione di un parere qualificato da parte di uno specialista sanitario. Se necessario, gli autori, l'editore responsabile e la casa editrice delle presenti Linee Guida raccomandano gli utenti a consultare uno specialista in merito alla diagnosi, adeguata terapia o trattamento e risposte ai quesiti riguardanti la propria salute. Gli autori, l'editore responsabile e la casa editrice delle presenti Linee Guida non possono garantire l'adeguatezza, appropriatezza e l'efficienza dei trattamenti, metodi, prodotti, istruzioni, idee o qualsiasi altro contenuto del presente volume.

Gli autori, l'editore responsabile e la casa editrice delle presenti Linee Guida non si assumono alcuna responsabilità per eventuali lesioni, danni o perdite a persone, cose o proprietà come effetto diretto o indiretto dell'uso delle presenti Linee Guida.

Questo volume è una traduzione delle Linee Guida originali ERC 2025. La traduzione è stata effettuata da, e sotto la supervisione, di Italian Resuscitation Council, l'unico responsabile del contenuto del presente volume.

In merito alle questioni relative all'accuratezza delle informazioni contenute in questa traduzione, si invita a consultare la versione in lingua inglese delle Linee guida ERC, che rappresenta la versione ufficiale del documento.

Qualsiasi differenza o discrepanza, risultante dalla traduzione non è vincolante per European Resuscitation Council e non ha nessun effetto legale a livello esecutivo o di conformità.

Traduzione e revisione dell'edizione Italiana a cura di Italian Resuscitation Council:

M. Tumolo.

LINEE GUIDA EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2025 PER IL SUPPORTO ALLE FUNZIONI VITALI IN ETÀ PEDIATRICA (PAEDIATRIC LIFE SUPPORT)

Jana Djakow^{a,b,c,*}, Nigel McBethTurner^{d,e}, Sophie Skellett^f, Corinne M.P. Buysse^g, Francesco Cardona^h, Nieves de Lucasⁱ, Jimena del Castillo^j, Panu Kiviranta^k, Kasper G. Lauridsen^{l,m}, Franziska Markelⁿ, Abel Martinez-Mejias^o, Inge Roggen^p, Dominique Biarent^q, per il Paediatric Life Support Writing Group ERC

Abstract

Le Linee Guida European Resuscitation Council 2025 per il Supporto alle funzioni vitali in età pediatrica (Paediatric Life Support, PLS) si basano sui CoSTR (Consensus on Science with Treatment Recommendations) di ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) e sulle revisioni rapide condotte dal Writing Group ERC Paediatric Life Support sugli argomenti non coperti da ILCOR. Queste Linee Guida forniscono raccomandazioni sulla prevenzione dell'arresto cardiaco, sul supporto alle funzioni vitali di base e avanzato, sulla rianimazione in circostanze speciali, sul trattamento post rianimatorio, sulla prognosi e sull'assistenza dopo la dimissione nei lattanti, i bambini e gli adolescenti (0–18 anni), ma non trattano la rianimazione del neonato alla nascita. Le raccomandazioni sono state formulate per gli operatori sanitari che si occupano di bambini e per il pubblico; esse includono inoltre indicazioni sull'implementazione delle Linee Guida e sui Sistemi. Nel processo di sviluppo sono stati coinvolti portatori di interesse (stakeholders) provenienti da vari contesti sanitari e sono state considerate anche le opinioni dei rappresentanti delle associazioni di famiglie di sopravvissuti e non sopravvissuti a un arresto cardiaco pediatrico.

Parole chiave: arresto cardiaco pediatrico, supporto vitale di base pediatrico, supporto vitale avanzato pediatrico, trattamento post-rianimatorio, prognosi, assistenza post-dimissione, bambino in condizioni critiche, bambino con trauma grave.

* Corresponding author:

E-mail: jana.djakow@gmail.com (J. Djakow)

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2025.110767>

0300-9572/© 2025 European Resuscitation Council. Published by Elsevier B.V.

INTRODUZIONE

Le Linee Guida European Resuscitation Council (ERC) 2025 sul supporto alle funzioni vitali in età pediatrica (Paediatric Life Support, PLS) si basano sulle evidenze prodotte dall'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) e sulle revisioni rapide condotte dal Paediatric Life Support Writing Group (PLS WG) di ERC. Le revisioni rapide del PLS WG hanno affrontato argomenti formulati come quesiti secondo il formato PICOST (Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design, Timeframe), utilizzando una metodologia di identificazione e analisi della letteratura rilevante simile a quella adottata nelle revisioni rapide Cochrane.¹ La metodologia completa delle revisioni è disponibile su richiesta agli autori.

Nei casi in cui non erano disponibili sufficienti evidenze derivanti da ILCOR o dalle revisioni rapide del gruppo di lavoro, si è raggiunto il consenso attraverso ripetute discussioni tra i membri del PLS WG. In assenza di nuove evidenze, le raccomandazioni sono state mantenute in continuità con le linee guida precedenti. Sono stati considerati anche i commenti dei rappresentanti delle associazioni indicate nell'elenco dei collaboratori alle presenti Linee Guida. Nel processo "evidence to decision", è stata considerata la "formula per la sopravvivenza" (scienza, formazione e implementazione). Sono state incluse anche indicazioni su come implementare le raccomandazioni in diversi sistemi sanitari, compresi quelli riguardanti aree geografiche di difficile accesso, con risorse limitate o contesti operativamente difficili.² Le Linee Guida descrivono principi e raccomandazioni generali, ma non possono definire in dettaglio l'assistenza specifica per ogni bambino, in particolare per quelli con patologie croniche rare o complesse o con necessità assistenziali speciali. In linea di principio, le raccomandazioni rappresentano lo standard di cura, salvo situazioni che richiedano un approccio individualizzato.

I pazienti pediatrici sono definiti come individui di età compresa tra 0 e 18 anni. Nel testo di queste Linee Guida, il termine generico "bambini" è utilizzato per comprendere tutte le età. Quando è necessario distinguere tra fasce di età, ad esempio per determinate tecniche o abilità, si utilizzano le seguenti definizioni:

- lattante: dalla nascita fino a 1 anno
- bambino: 1–12 anni
- adolescente: 13–18 anni

Le Linee Guida ERC 2025 Newborn Life Support (NLS) riguardano principalmente i neonati alla nascita (subito dopo il parto). Il passaggio da feto a neonato comporta importanti cambiamenti fisiologici. La durata di questa fase è variabile e le evidenze per definire quando essa termina sono limitate; ciò rende difficile stabilire un momento preciso in cui si debba passare dall'applicazione delle linee guida ERC NLS 2025 a quelle ERC PLS 2025, specialmente per i nati pretermine. I Writing Groups PLS e NLS concordano che tutti i neonati dimessi da un reparto di maternità o da una Terapia Intensiva Neonatale verso il domicilio debbano essere rianimati secondo le linee guida PLS. Si raccomanda inoltre che ospedali, reparti di maternità e neonatologia e team sanitari stabiliscano protocolli chiari che specifichino quale algoritmo applicare a quale popolazione pediatrica, integrandoli nei programmi formativi locali di rianimazione.³ Ulteriori dettagli sul tema sono presenti nelle Linee Guida ERC NLS 2025 relative al supporto alla transizione alla nascita.⁴ ERC riconosce anche che distinguere tra adolescenti e adulti può a volte essere complesso. Se il soccorritore ritiene che la persona sia un adulto, deve utilizzare l'algoritmo per adulti; altrimenti, quello pediatrico. Le differenze tra gli algoritmi derivano soprattutto dalle diverse cause di arresto cardiaco. Tuttavia, se una persona adulta viene rianimata secondo l'algoritmo pediatrico, il rischio di danno è minimo o nullo, in quanto gli studi eziologici dimostrano che le cause pediatriche di arresto cardiaco persistono fino alla giovane età adulta.⁵⁻⁷

L'arresto cardiaco pediatrico è un evento raro ma che può avere conseguenze devastanti per il bambino, la famiglia e la società. Sebbene rappresenti solo una piccola parte degli arresti cardiaci totali, il suo impatto sulla società può essere molto importante, date le conseguenze a lungo termine.⁸ Tali conseguenze possono comprendere maggiori spese sanitarie per tutta la vita e difficoltà nel gestire le attività quotidiane, con possibile limitazione alla partecipazione sociale e lavorativa in età adulta. Nonostante alcuni miglioramenti nei tassi globali di sopravvivenza in tutto il mondo, la sopravvivenza con buon esito neurologico dopo arresto cardiaco extra-ospedaliero (OHCA) pediatrico rimane bassa e varia significativamente tra i diversi paesi europei.^{9,10} Ciò sottolinea la necessità di nuovi approcci nella scienza, nella prevenzione, nella rianimazione e nella formazione.¹¹⁻¹³ Un registro europeo degli arresti cardiaci pediatrici potrebbe fornire informazioni che sarebbero di grande aiuto in questo processo. I bambini provenienti da contesti socioeconomici svantaggiati e da minoranze razziali o etniche risultano largamente più colpiti da arresto cardiaco: sono necessari pertanto interventi specifici a favore di queste popolazioni.¹⁴ Circa metà degli OHCA pediatrici ha una causa reversibile riconoscibile, con l'ipossia come causa predominante.^{15,16} Negli adolescenti, tra le principali cause di OHCA vi sono

trauma, intossicazioni e tentativi di suicidio;¹⁷ pertanto la prevenzione degli incidenti stradali, della violenza, dell'abuso di sostanze e il miglioramento della salute mentale sono strategie ragionevoli a livello sociale per prevenire l'arresto cardiaco in questa fascia di età. Gli OHCA pediatrici correlati all'esercizio fisico sono rari ma presentano percentuali di sopravvivenza più elevate.¹⁸ Gli arresti cardiaci intra-ospedalieri (IHCA) pediatrici hanno esiti migliori rispetto agli OHCA, specialmente negli ospedali che applicano le linee guida e implementano iniziative di miglioramento della qualità, nei quali si è registrato uno stabile aumento dei tassi di sopravvivenza negli ultimi decenni.^{15,19-21} Le cause principali dell'IHCA pediatrico sono l'insufficienza respiratoria e circolatoria.¹¹ Le cause più frequenti di IHCA peri-operatorio includono l'ipossia (ad es. dovuta a problemi di gestione delle vie aeree), la bradicardia e l'emorragia.^{22,23} L'IHCA pediatrico è più comune nei neonati, nei lattanti e nei bambini con patologie croniche complesse, in particolare cardiopatie congenite.^{20,23,24}

Le linee guida ERC affrontano tutti gli aspetti della rianimazione, sintetizzati nella Catena della Sopravvivenza, applicabili a pazienti di tutte le età (Figura 1): prevenzione dell'arresto cardiaco, RCP precoce e defibrillazione, supporto vitale avanzato, trattamento post-rianimatorio, sopravvivenza e recupero.



Figura 1: Catena della Sopravvivenza

Nella rianimazione pediatrica, la fase iniziale della prevenzione è fondamentale, in quanto l'arresto cardiaco nei bambini può essere evitato mediante il trattamento rapido ed efficace di una serie di condizioni potenzialmente letali. Questo approccio, che è cruciale e fa parte integrante della rianimazione pediatrica, è delineato nelle sezioni dedicate alla prevenzione dell'arresto e alle circostanze speciali di queste Linee Guida PLS ERC 2025. Le fasi di supporto alle funzioni vitali in età pediatrica di base (PBLIS) e avanzato (PALS) sono trattate in sezioni separate; coerentemente con la Catena della Sopravvivenza, questo capitolo include una trattazione più ampia del trattamento post-rianimatorio e della fase post-dimissione rispetto alle precedenti linee guida pediatriche.

Le raccomandazioni ERC sono rivolte ai sistemi sanitari (ospedali, produttori di dispositivi medicali, centrali operative, servizi di emergenza sanitaria territoriale, dipartimenti di emergenza), ai professionisti sanitari e al pubblico. Le evidenze dettagliate che supportano queste raccomandazioni pratiche sono sintetizzate e discusse nella sezione relativa alle evidenze alla base delle Linee Guida.

Le Linee Guida PLS ERC 2025 sono state redatte e approvate dai membri del PLS Writing Group e dallo Steering Committee delle Linee Guida 2025. Sono state pubblicate per i commenti pubblici dal 15 al 30 maggio 2025: 53 persone hanno inviato 89 commenti, che hanno portato a 43 modifiche nella versione finale. Il PLS WG ha revisionato i feedback ricevuti ed ha aggiornato le Linee Guida ove appropriato. Successivamente, le Linee Guida sono state presentate al Consiglio Direttivo ERC e all'Assemblea Generale ERC, che le ha approvate nel giugno 2025. La metodologia utilizzata per la stesura delle linee guida è descritta nell'Executive summary.²⁵ (Figura 2 e Tabella 1)

PAEDIATRIC LIFE SUPPORT MESSAGGI CHIAVE

GUIDELINES
2025
EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL®

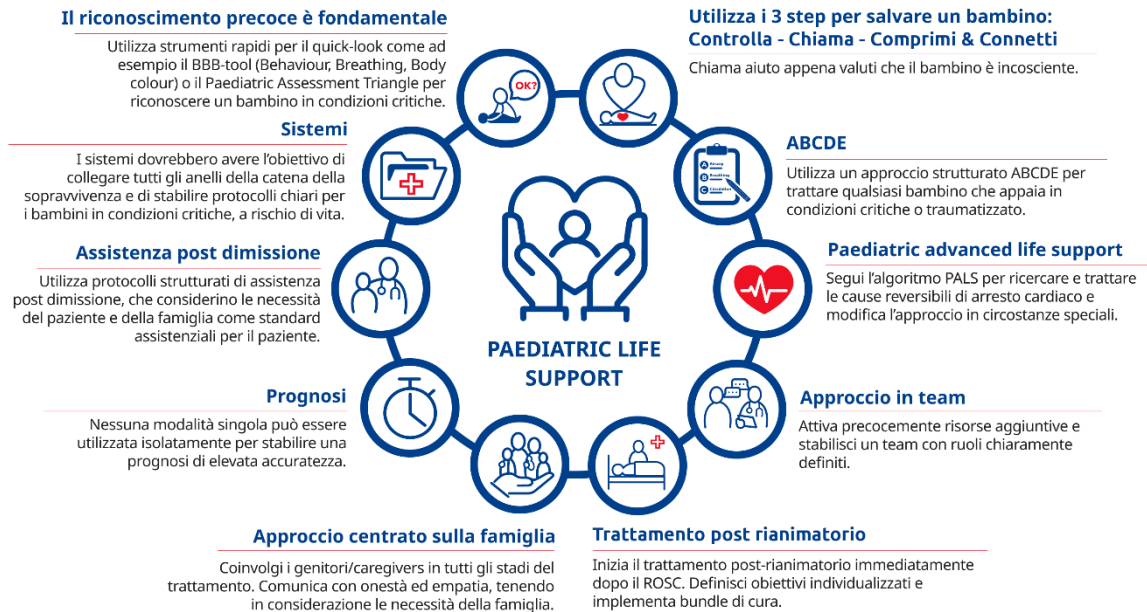


Figura 2: Paediatric Life Support: messaggi chiave

Tabella 1 – Confronto tra le Linee Guida ERC Paediatric Life Support 2021 e 2025		
Argomento	Linee Guida 2021	Linee Guida 2025
Raccomandazioni per il pubblico e i sistemi	Non incluse.	Sono state aggiunte raccomandazioni specifiche per il pubblico, i genitori/caregiver e gli operatori di comunità e per l'implementazione delle Linee Guida a livello di sistema.
Prevenzione dell'arresto cardiaco	L'atropina poteva essere presa in considerazione come premedicazione prima dell'intubazione tracheale. Si raccomandava di evitare tentativi ripetuti di intubazione tracheale. Si consigliava di somministrare fenitoina/fosfenitoina, acido valproico o levetiracetam come farmaci di seconda linea per le crisi convulsive. Si raccomandava di trattare l'ipoglicemia con un bolo EV di glucosio 0,3 g/kg.	L'atropina non è più raccomandata come premedicazione prima dell'intubazione. Limitare il numero di tentativi di intubazione tracheale a due. Viene raccomandato un nuovo algoritmo per le crisi convulsive, con il levetiracetam come farmaco di seconda linea preferibile. L'ipoglicemia viene trattata con un bolo EV di glucosio 0,2 g/kg.
Supporto Vitale Pediatrico di Base (PBLs)	Si raccomandava di chiamare aiuto prima di iniziare le compressioni toraciche e di prendere in considerazione, in caso di soccorritore solo, la tecnica a due dita per le compressioni toraciche nel lattante.	Chiamare aiuto e attivare il servizio di emergenza non appena si sospetta un arresto cardiaco. La tecnica a due pollici con le altre dita che circondano il torace è raccomandata per le compressioni toraciche nei lattanti in tutte le situazioni.

Ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo	Si raccomandava di eseguire le compressioni toraciche nel lattante utilizzando la tecnica a due dita.	Le compressioni toraciche nel lattante devono essere eseguite utilizzando la tecnica a due pollici con le altre dita che circondano il torace.
Defibrillazione	Raccomandata la posizione antero-posteriore o antero-laterale delle piastre nei bambini.	La posizione antero-posteriore delle piastre è raccomandata per tutti i lattanti e bambini con peso <25 kg. Nei bambini più grandi e negli adolescenti si può utilizzare la posizione antero-posteriore o antero-laterale. I defibrillatori ad accesso pubblico dovrebbero avere piastre di un'unica dimensione per i pazienti di tutte le età.
Circostanze speciali	Le informazioni sulle circostanze speciali erano distribuite in tutto il documento delle Linee Guida. Nell'arresto cardiaco da iperkaliemia si raccomandava l'uso di calcio, bicarbonato e insulina con glucosio. Nell'arresto cardiaco ipotermico si raccomandava di non somministrare adrenalina sotto i 30 °C.	È stato aggiunto un nuovo sottocapitolo specifico sulle circostanze speciali. Nell'arresto cardiaco da iperkaliemia si raccomanda l'uso di insulina EV con glucosio e di agonisti beta2-adrenergici a breve durata d'azione EV, oppure una combinazione di entrambi i provvedimenti; calcio e bicarbonato non devono essere utilizzati. Nell'arresto cardiaco ipotermico si raccomanda di somministrare una sola dose di adrenalina sotto i 30 °C, a meno che non sia previsto un immediato supporto extracorporeo.
Trattamento post rianimatorio e prognosi	Era incluso un breve paragrafo sul trattamento post rianimatorio e sulla prognosi. Si raccomandava di porsi l'obiettivo di mantenere la pressione arteriosa a valori pari al 5° percentile per età.	È incluso un sottocapitolo dettagliato sul trattamento post rianimatorio, con infografiche per l'approccio pre-ospedaliero e intra-ospedaliero al trattamento post rianimatorio e alla prognosi. Si raccomanda di mantenere la pressione arteriosa a valori superiori al 10° percentile per età (MAP e PA sistolica).
Assistenza post-dimissione	Non inclusa.	È stato aggiunto un nuovo sottocapitolo sull'assistenza post dimissione, con infografica.

LINEE GUIDA CONCISE PER LA PRATICA CLINICA

Prevenzione dell'arresto cardiaco






L'arresto cardiaco nei lattanti, bambini e adolescenti è spesso secondario a insufficienza respiratoria o circolatoria progressiva o a emergenze neurologiche. Pertanto, il riconoscimento e la gestione adeguata dei bambini in condizioni critiche rimane il modo migliore per prevenire l'arresto cardiaco.

Raccomandazioni per caregivers e altri soccorritori non formati

- I genitori, i familiari e i caregivers di lattanti e bambini dovrebbero essere incoraggiati ad apprendere le nozioni di base che permettono di riconoscere una situazione di criticità a causa di una malattia o di un trauma e le procedure salvavita di primo soccorso.
- Il riconoscimento mediante semplici strumenti di triage e le procedure di base di primo soccorso dovrebbero essere insegnate ai caregivers professionisti che si occupano di bambini, compresi gli assistenti all'infanzia, gli insegnanti, i primi soccorritori, i bagnini e gli allenatori/istruttori di bambini e adolescenti.
- Chiedere immediatamente assistenza medica o chiamare il Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale (112/118) se un bambino presenta segni o sintomi che potrebbero indicare una malattia grave, come quelli descritti nello strumento **BBB**, ovvero:
 - **Behaviour (Comportamento)** - un bambino che:
 - non è completamente cosciente o è difficile da risvegliare, è ipototonico o rigido,
 - ha una crisi convulsiva,
 - è confuso, agitato o interagisce in modo anomalo con i genitori/caregivers,
 - piange in modo inconsolabile,
 - non è in grado di muovere uno o più arti e/o
 - prova dolore intenso o non è in grado di parlare o camminare, se prima poteva farlo.
 - **Breathing (Respirazione)** - un bambino che ha difficoltà a respirare, al punto che:
 - non è in grado di fare un respiro profondo,
 - fatica a respirare (tachipnea, gemito, alitamento delle pinne nasali e rientramenti inter o sottocostali),
 - emette rumori patologici durante la respirazione,
 - respira troppo velocemente, troppo lentamente o in modo irregolare, ha delle pause respiratorie e/o
 - assume una postura anomala per facilitare la respirazione.
 - **Body Colour (Colorito):**
 - la cute del bambino è cianotica, mazzata, pallida in modo anormale o grigiastria. Osservare i palmi delle mani, le piante dei piedi e le mucose, specialmente nei bambini con carnagione più scura.
- I genitori/caregivers di bambini affetti da patologie croniche specifiche (ad esempio bambini che dipendono da apparecchiature medicali, che sono portatori di tracheostomia, che soffrono di patologie cardiache, neoplasie o di peso molto basso alla nascita) dovrebbero disporre di un piano di emergenza da attuare in caso di improvviso deterioramento delle condizioni di salute. I caregivers dovrebbero avere familiarità con tale piano ed essere addestrati alle procedure di primo soccorso.

Raccomandazioni per gli operatori sanitari (Figura 3)

APPROCCIO ABCDE NEL PAEDIATRIC LIFE SUPPORT

	A - Airway (Vie aeree) 	B - Breathing (Respirazione) 	C - Circulation (Circolazione) 	D - Disability (Stato neurologico) 	E - Exposure (Esposizione - Evento) 
Riconoscimento	<ul style="list-style-type: none"> Ostruzione parziale o completa delle vie aeree Guardo il movimento del torace - Ascolto - Sento il flusso d'aria 	<ul style="list-style-type: none"> Insufficienza respiratoria Frequenza respiratoria, lavoro respiratorio, volume corrente, ossigenazione 	<ul style="list-style-type: none"> Insufficienza circolatoria - di che tipo? Frequenza cardiaca, ampiezza del polso, perfusione periferica, pressione arteriosa, precario, ritmo cardiaco. 	<ul style="list-style-type: none"> Stato di coscienza Segni posturali, pupille, AVPU, pGCS, segni di lato, tono, convulsioni 	<ul style="list-style-type: none"> Circostanze speciali Esposizione ed esame fisico
Monitoraggio & esami		<ul style="list-style-type: none"> SpO₂, EtCO₂, EGA, POCUS 	<ul style="list-style-type: none"> Monitor ECG - PA non invasivo ECG 12 derivazioni, POCUS, esami compreso lattati, diuresi 	<ul style="list-style-type: none"> Glicemia 	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura corporea AMPLE
Trattamenti da attuare / considerare	<ul style="list-style-type: none"> Aspirazione, rimozione ev, corpo estraneo, manovre di base di apertura delle vie aeree, cannula orofaringea o nasofaringea, presidio sovraglottico (intubazione, FONA) 	<ul style="list-style-type: none"> Ossigeno + titolazione della FiO₂ Ventilazione con pallone e maschera Ventilazione meccanica ECMO 	<ul style="list-style-type: none"> Accesso EV/IO, cristalloidi isotonici, emoderivati Vasopressori, inotropi Trattamento delle aritmie Interventi specifici in base al tipo di shock, compreso ECMO 	<ul style="list-style-type: none"> Strategie neuroprotettive (trattare convulsioni e ipoglicemia, analgesia, sedazione) Segni di stroke pediatrico o infezione del SNC 	<ul style="list-style-type: none"> Antibiotici, antivirali Trattamento di interventi specifici per circostanze speciali Evitare e trattare ipotermia e ipertermia Maltrattamento & negligenza
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> Flusso aereo sufficiente a mantenere ossigenazione e ventilazione adeguate 	<ul style="list-style-type: none"> Ossigenazione adeguata Ventilazione adeguata 	<ul style="list-style-type: none"> Perfusione d'organo adeguata, PA sist e PA media superiori al 5° percentile 	<ul style="list-style-type: none"> Neuroprotezione 	<ul style="list-style-type: none"> Identificazione della patologia sottostante
Rischio elevato di arresto cardiaco improvviso	<ul style="list-style-type: none"> Ostruzione delle vie aeree 	<ul style="list-style-type: none"> Silenzi respiratorio, pneumotorace iperteso 	<ul style="list-style-type: none"> Emorragia massiva, tamponamento cardiaco 	<ul style="list-style-type: none"> Iperensione endocranica, ipoglicemia 	<ul style="list-style-type: none"> Ipotermia, trauma grave, trombosi

Riconoscere l'emergenza, supportare gli organi, trattare le patologie sottostanti, rivalutare e coinvolgere la famiglia

Figura 3: Gestione del bambino critico / traumatizzato utilizzando l'approccio ABCDE

Abbreviazioni. FONA: front-of-the-neck airway, SpO₂: saturazione periferica di Ossigeno, EtCO₂: end-tidal CO₂, FiO₂: frazione inspirata di ossigeno, EGA: emogasanalisi, POCUS: point-of-care ultrasound, ECMO: extracorporeal membrane oxygenation, ECG: elettrocardiogramma, AVPU: Alert - Verbal - Pain - Unresponsive, pGCS: paediatric Glasgow coma scale, AMPLE: Allergy - Medication - Past history - Last meal - Exposure/Environment

- Identificare i bambini a maggior rischio di arresto cardiaco e formulare un piano assistenziale per questi bambini.
- Utilizzare uno strumento di valutazione rapida dedicato (ad esempio il sopra citato strumento BBB o il Triangolo di Valutazione Pediatrica - PAT) per il riconoscimento precoce di un bambino potenzialmente in condizioni critiche.
- Tenere in considerazione la propria sicurezza. Utilizzare i dispositivi di protezione individuale adeguati, quando indicato.
- Eseguire immediatamente una valutazione iniziale ABCDE in qualsiasi bambino che appaia in condizioni critiche o gravemente traumatizzato (Figura 3). Attuare i necessari provvedimenti salvavita non appena viene identificato un problema.
- Attivare risorse aggiuntive (ad es. personale, attrezzature) e costituire appena possibile un team con ruoli e responsabilità individuali chiaramente definiti.
- Utilizzare ausili cognitivi come algoritmi ben visualizzabili e checklist per ridurre il carico mnemonico.
- Rivalutare il bambino dopo ogni intervento o in caso di dubbio.
- Chiedere ai familiari/caregivers il peso approssimativo del bambino oppure stimarlo utilizzando metodi basati sulla lunghezza, che idealmente dovrebbero essere corretti in base alla costituzione fisica.
- Adottare un approccio personalizzato o interventi opportunamente modificati nei bambini con patologie croniche o esigenze mediche specifiche. Chiedere ai genitori/caregivers informazioni rilevanti sulla patologia, se ne sono in possesso.
- Consentire sempre ai genitori/caregivers di rimanere con il bambino, se lo desiderano, purché ciò non comprometta la loro sicurezza o quella del bambino e del personale.
- Coinvolgere i genitori e coloro che hanno responsabilità genitoriale nelle discussioni e nel processo decisionale.
- Assegnare un membro del team dedicato all'assistenza ai genitori o ai caregivers e assicurarsi che essi siano pienamente informati in tutte le fasi.

Riconoscimento del bambino in condizioni cliniche critiche o con trauma grave

- **A (Airway): Vie aeree**
 - Controllare la pervietà delle vie aeree e la presenza di flusso d'aria utilizzando la manovra "guardo-ascolto-sento".
 - Considerare lo stridore o il russamento come segno di ostruzione parziale delle vie aeree.
 - Consentire al bambino cosciente di assumere la posizione più confortevole, senza costringerlo a sdraiarsi.

- **B (Breathing): Respirazione**
 - Controllare la presenza di segni di insufficienza respiratoria (*Tabella 2 e 3*). Valutare:
 - Lavoro respiratorio (frequenza respiratoria, rientramenti al giugulo, intercostali e sottocostali, gemito, alitamento delle pinne nasali, posizione obbligatoria).
 - Efficacia della respirazione (espansione toracica, carattere e vigore del pianto/linguaggio, auscultazione (riduzione dell'ingresso aereo, simmetria, sibili o crepitii), colorito cutaneo (cianosi), saturazione arteriosa di ossigeno).
 - Segni sistemici (frequenza cardiaca, livello di coscienza).
 - Monitorare continuamente la saturazione arteriosa di ossigeno mediante pulsossimetria (SpO₂). Tenere presente che il pulsossimetro può essere meno affidabile nei bambini con carnagione più scura o scarsa perfusione periferica.
 - Monitorare la capnografia (anidride carbonica espirata - ETCO₂) in tutti i pazienti in cui le vie aeree sono state gestite in modo avanzato (tubo endotracheale o dispositivo sovraglottico). Considerare la capnografia nei pazienti sottoposti a ventilazione non invasiva.
 - Valutare l'opportunità di eseguire un'ecografia point of care (POCUS) polmonare e un'emogasanalisi.
 - Utilizzare più variabili per riconoscere l'insufficienza respiratoria, poiché nessun segno isolato è singolarmente indicativo di questa condizione. L'andamento nel tempo è più importante di un singolo valore.

- **C (Circulation): Circolazione**
 - Verificare la presenza di segni di insufficienza cardiocircolatoria (*Tabelle 2 e 3*):
 - segni cardiocircolatori: frequenza cardiaca, ampiezza del polso periferico e centrale, pressione arteriosa, precarico (vene giugulari, margine epatico, rantoli polmonari).
 - perfusione: tempo di riempimento capillare, colore e temperatura della cute, diuresi, livello di coscienza.
 - Collegare un monitor ECG per valutare il ritmo cardiaco e un dispositivo per la misurazione non invasiva della pressione arteriosa (NIBP).
 - Valutare la possibilità di effettuare misurazioni seriate del lattato in presenza di segni di shock.
 - Considerare l'utilizzo del POCUS, che può aiutare a distinguere la causa e il tipo di shock.
 - Considerare l'esecuzione di un ECG a 12 derivazioni.
 - Utilizzare più parametri per riconoscere l'insufficienza circolatoria e il tipo di shock; nessun segno singolarmente è di per sé indicativo di shock. L'andamento nel tempo è più importante di un singolo valore.

- **D (Disability): Disabilità**
 - Valutare il livello di coscienza utilizzando la scala AVPU (Alert - Verbal - Pain - Unresponsive), il punteggio totale del Glasgow Coma Scale (pediatrico) o il punteggio motorio del GCS, il diametro pupillare, la simmetria e la reattività alla luce e la presenza di segni posturali o di segni neurologici focali.
 - Considerare le crisi convulsive come un'emergenza neurologica.
 - Controllare la glicemia.

- Valutare l'esecuzione in urgenza di imaging cerebrale, se i sintomi neurologici persistono dopo la stabilizzazione di ABC.
- **E (Exposure): Esposizione**
 - Controllare la temperatura corporea.
 - Spogliare il bambino e verificare l'eventuale presenza di eruzioni cutanee, lesioni o segni di abuso fisico o negligenza.
 - Cercare segni e sintomi di condizioni potenzialmente letali, come descritto più avanti (ad es. anafilassi, sepsi).
 - Cercare di identificare eventuali condizioni sottostanti che potrebbero richiedere un approccio specifico (ad es. intossicazione, patologie croniche di base).
 - Utilizzare l'acronimo AMPLE (Allergy - Medication - Past History - Last Meal - Event = Allergie - Farmaci - Storia clinica - Ultimo pasto - Evento) per raccogliere rapidamente un'anamnesi sintetica.
- Prestare attenzione alle situazioni in cui l'arresto cardiaco è imminente, come ostruzione delle vie aeree, volet costale, silenzio respiratorio all'auscultazione, pneumotorace iperteso, emorragia massiva, tamponamento cardiaco, ipertensione endocranica, coma ipoglicemico, ipotermia, trauma grave e trombosi.

Tabella 2 – Valori normali approssimativi di frequenza respiratoria (FR), frequenza cardiaca (FC) e pressione arteriosa (PA).

I valori cambiano in modo continuo con la crescita del bambino. Utilizzare valori intermedi per i bambini di età compresa tra quelle indicate.^{26–28}

ETÀ	1 MESE	1 ANNO	2 ANNI	5 ANNI	10 ANNI	18 ANNI
FR: limite superiore del range di normalità	60	50	40	30	25	20
FR: limite inferiore del range di normalità	25	20	18	17	14	12
FC: limite superiore del range di normalità	180	170	160	140	120	100
FC: limite inferiore del range di normalità	110	100	90	70	60	60
PA sistolica: 50° percentile	75	95	98	100	110	120
PA sistolica: 10° percentile	55	75	77	80	85	105
PA sistolica: 5° percentile	50	70	73	75	80	90
PA media: 50° percentile	55	70	73	75	75	75
PA media: 10° percentile	45	55	58	60	60	65
PA media: 5° percentile	40	50	53	55	55	60

Tabella 3 – Segni clinici di insufficienza respiratoria e circolatoria.

La variabilità individuale è frequente, soprattutto nei bambini con patologie croniche. Attenzione: l'arresto cardiorespiratorio può anche verificarsi improvvisamente, senza sintomi o segni premonitori. Utilizzare sempre molteplici parametri per fare diagnosi di insufficienza.

	COMPENSATA	SCOMPENSATA (RISCHIO DI ARRESTO CARDIACO)
Insufficienza respiratoria	Tachipnea Aumento del lavoro respiratorio Volume corrente normale, aumentato o lievemente ridotto Sibili Ipossia lieve-moderata (SpO ₂ 90–93% in aria ambiente) Normocapnia o ipocapnia Agitazione	Bradipnea, respiro irregolare Riduzione del lavoro respiratorio Gemito Escursione toracica e/o ingresso aereo ridotti (silenzio respiratorio) Ipossia grave (SpO ₂ <90% in aria ambiente) Ipercapnia Riduzione del livello di coscienza
Insufficienza circolatoria (shock)	Tachicardia Perfusione periferica ridotta Polsi periferici di ampiezza ridotta Pressione arteriosa normale Agitazione	Bradicardia Polsi centrali di ampiezza ridotta Ipotensione Riduzione del livello di coscienza

Principi di trattamento del bambino in condizioni cliniche critiche o con trauma grave

- **Vie aeree**

- Garantire la pervietà delle vie aeree per consentire un'adeguata ossigenazione e ventilazione.
- Aprire le vie aeree e mantenerle pervie. Posizionare adeguatamente la testa (estensione del capo e sollevamento del mento o sublussazione della mandibola). Se necessario, rimuovere le secrezioni o altri materiali che ostruiscono le vie aeree mediante un'attenta aspirazione.
- Considerare l'uso di una cannula nasofaringea oppure di una cannula orofaringea di dimensioni adeguate nei bambini con ridotto livello di coscienza.
- Posizionare un dispositivo sovraglottico (maschera laringea, I-gel) quando indicato, ma solo se si è competenti nel suo utilizzo.
- Procedere ad intubare il bambino o utilizzare un dispositivo sovraglottico, quando indicato, solo se si è competenti ed esperti e si dispone immediatamente dei materiali e dei farmaci necessari; utilizzare una procedura operativa ben definita.
 - Avere sempre un piano per un'eventuale difficoltà di gestione delle vie aeree (ad es. posizionamento di un dispositivo sovraglottico, attivazione di risorse aggiuntive).
 - Preossigenare il bambino prima dell'induzione dell'anestesia, evitando di distendere lo stomaco.
 - Utilizzare farmaci sedativi e bloccanti neuromuscolari ad azione rapida, a meno che il bambino non sia in stato di coma profondo.
 - Non utilizzare routinariamente l'atropina come premedicazione.
 - In emergenza è preferibile la via orale per l'intubazione tracheale.
 - Utilizzare la laringoscopia diretta oppure la videolaringoscopia per l'intubazione tracheale, a seconda dei protocolli locali e dell'esperienza del soccorritore.
 - Somministrare ossigeno durante la gestione delle vie aeree (ossigenazione apneica, ossigeno nasale)

- ad alti flussi) per evitare l'ipossia durante la procedura.
- Non tentare l'intubazione più di due volte e limitare la durata di ogni tentativo a 30-60 secondi. Monitorare la SpO₂, la frequenza cardiaca e la pressione arteriosa durante l'intubazione e interrompere immediatamente la manovra in caso di bradicardia o desaturazione. Riprendere immediatamente la ventilazione con pallone e maschera o inserire un dispositivo sovraglottico per ripristinare l'ossigenazione.
 - Utilizzare tubi tracheali cuffiati per tutti i bambini. Monitorare e limitare la pressione di gonfiaggio della cuffia in base alle raccomandazioni del produttore.
 - Fornire un'adeguata analgesia durante e dopo l'intubazione.
 - Confermare il corretto posizionamento del tubo clinicamente e utilizzando il monitoraggio ETCO₂ (gli operatori esperti possono utilizzare anche il POCUS). Monitorare continuamente SpO₂ ed ETCO₂ in tutti i bambini in cui le vie aeree sono state gestite in modo avanzato. Confermare la posizione del tubo con una radiografia non appena possibile.
- Utilizzare l'accesso anteriore alla trachea (ad es. la cricotiroidotomia) solo come ultima risorsa in situazioni in cui non è possibile ventilare né ossigenare. Questa procedura deve essere eseguita da una persona addestrata alle tecniche invasive di gestione delle vie aeree.
 - Nei bambini con tracheostomia che sviluppano una difficoltà respiratoria, sospettare un'ostruzione della cannula tracheostomica.
 - Cercare di rimuovere l'ostruzione aspirando nella cannula tracheostomica.
 - Se non è possibile far procedere il sondino da aspirazione, la cannula tracheostomica deve essere immediatamente rimossa e sostituita.
 - Se non è disponibile una cannula pulita, ossigenare e ventilare con pallone e maschera fino a quando la cannula non viene pulita o sostituita.
 - Se le vie aeree superiori del bambino sono pervie, può essere possibile ossigenare e ventilare con pallone e maschera attraverso la bocca e il naso mentre lo stoma tracheale viene occluso.
 - Se le vie aeree superiori non sono pervie, può essere possibile ossigenare e ventilare con pallone e maschera attraverso lo stoma tracheale, applicando sullo stesso una maschera facciale piccola (o l'estremità di una maschera laringea utilizzata come maschera).
 - In emergenza, può essere necessario posizionare un tubo tracheale attraverso lo stoma tracheale o intubare tramite le vie aeree superiori (se pervie).
- **Respirazione**
 - Porsi l'obiettivo di ottenere un'adeguata ossigenazione e ventilazione.
 - Inizialmente somministrare ossigeno al 100% a tutti i bambini con insufficienza respiratoria, circolatoria o neurologica.
 - Titolare la frazione di ossigeno inspirato (FiO₂) non appena è possibile monitorare la SpO₂ ed evitare valori stabilmente pari a 100% (salvo in circostanze speciali, ad esempio avvelenamento da monossido di carbonio, metaemoglobinemia, avvelenamento da cianuro o anemia grave).
 - In bambini precedentemente sani, mirare a una SpO₂ tra 94 e 98%. L'obiettivo è raggiungere una SpO₂ di almeno 94% con la minima FiO₂ possibile.
 - Considerare obiettivi di SpO₂ e ETCO₂ diversi e individualizzati in bambini con patologie specifiche (ad es. cardiopatie congenite cianogene, insufficienza respiratoria cronica).
 - Considerare la somministrazione di ossigeno ad alti flussi o la ventilazione non invasiva nei bambini con ipossiemia che non rispondono adeguatamente alla ossigenoterapia convenzionale.
 - Supportare la ventilazione spontanea se questa è inadeguata, utilizzando la ventilazione con pallone e maschera come metodo di prima linea.

- Assicurarsi che la posizione del capo sia corretta, che la maschera sia della misura corretta e che aderisca bene al viso.
- Utilizzare un approccio a due operatori (con un operatore che utilizza entrambe le mani per tenere la maschera e mantenere aperte le vie aeree), soprattutto se la ventilazione è difficoltosa o quando esiste un rischio di trasmissione di agenti patogeni per via aerea. Considerare l'uso di presidi aggiuntivi per la gestione delle vie aeree (ad es. una cannula orofaringea).
- Utilizzare un pallone di dimensioni adeguate e tempi inspiratori sufficientemente lunghi da permettere un sollevamento visibile del torace (come durante la respirazione normale). Evitare l'iperinflazione e pressioni inspiratorie di picco eccessive.
- Cercare di ventilare ad una frequenza respiratoria normale per l'età del bambino (in pratica utilizzare le seguenti frequenze al minuto: 25 nei lattanti, 20 nei bambini >1 anno, 15 nei bambini >8 anni, 10 nei bambini >12 anni).
- Considerare il posizionamento precoce di un dispositivo sovraglottico o di un tubo tracheale nei casi in cui la ventilazione con pallone e maschera non migliori l'ossigenazione e la ventilazione o quando si prevede la necessità di un supporto respiratorio prolungato.
- Controllare la presenza di perdite d'aria, eventuali segni di inalazione e l'efficacia della ventilazione nei pazienti con dispositivo sovraglottico o tubo tracheale.
- Nei bambini sottoposti a ventilazione meccanica:
 - Utilizzare volumi correnti di 6-8 ml/kg di peso corporeo ideale e una frequenza respiratoria nella fascia bassa-normale per l'età del bambino (Tabella 2).
 - Iniziare con una pressione positiva di fine espirazione (PEEP) di 5 cm H₂O e regolare la PEEP e la FiO₂ in modo da ottimizzare l'ossigenazione, utilizzando sempre i minimi valori necessari per raggiungere gli obiettivi desiderati.
 - Individualizzare le impostazioni del ventilatore in condizioni specifiche, chiedere precocemente il supporto di un intensivista pediatrico, se possibile.
 - Ridurre al minimo lo spazio morto del ventilatore, specialmente nei lattanti.
 - Evitare sia l'iperventilazione che l'ipoventilazione. Monitorare l'ETCO₂ e mirare alla normocapnia. Controllare la pressione parziale di anidride carbonica nel sangue arterioso (PaCO₂) non appena possibile, per valutarne la correlazione con l'ETCO₂.
- Utilizzare l'acronimo DOPES per identificare la causa di un improvviso e rapido deterioramento in un bambino ventilato (ventilazione con pallone e maschera o ventilazione meccanica):
 - *Displacement* (Dislocazione della maschera, del presidio sovraglottico o del tubo tracheale)
 - *Obstruction* (Ostruzione da secrezioni, ostruzione del tubo o del circuito, ostruzione delle vie aeree – posizione del capo)
 - *Pneumothorax* (Pneumotorace o altra patologia polmonare)
 - *Equipment* (Equipaggiamento: disconnessione, insufficiente flusso di ossigeno, problemi a carico dei tubi, delle valvole o del ventilatore)
 - *Stomach/Stacking/Sedation* (distensione gastrica/addominale, iperinflazione dinamica da durata insufficiente della fase espiratoria, sedazione insufficiente).
- **Circolazione**
 - Cercare di ottenere un'adeguata perfusione degli organi.
 - In caso di insufficienza circolatoria (shock), non impiegare più di 5 minuti (o 2 tentativi) per ottenere un accesso venoso periferico (EV). Gli operatori competenti dovrebbero utilizzare il POCUS per guidare l'incannulamento venoso.

- Ottenere un accesso intraosseo (IO) come alternativa rescue se l'accesso EV fallisce o quando le possibilità di successo dell'incannulamento venoso sono considerate minime.
 - Utilizzare un ago IO di dimensioni adeguate.
 - Garantire un'analgesia efficace (ad es. ketamina intranasale), a meno che il bambino non sia in stato di coma profondo.
 - Utilizzare un'infusione manuale o una sacca ad alta pressione per l'infusione di liquidi.
 - Monitorare eventuali segni di stravasamento o dislocazione.
 - Somministrare uno o più boli di fluidi da 10 ml/kg nei bambini in stato di shock ipovolemico, ostruttivo o distributivo.
 - Utilizzare cristalloidi isotonici bilanciati come fluidi di prima scelta. Se non disponibili, utilizzare soluzione fisiologica, che può essere il fluido preferibile in caso di chetoacidosi diabetica o trauma cranico grave.
 - Somministrare boli da 10 ml/kg ripetuti, se necessario. In caso di shock ipovolemico o distributivo, può essere necessario un totale di 40-60 ml/kg, durante la prima ora di trattamento.
 - Rivalutare il bambino dopo ogni bolo, ricercando eventuali segni di sovraccarico di liquidi o di insufficienza cardiaca (ad esempio crepitii polmonari, epatomegalia, aumento della pressione venosa giugulare).
 - Se i segni di shock regrediscono, continuare la somministrazione di fluidi di mantenimento e la reidratazione a un ritmo più lento.
 - Valutare l'uso di farmaci vasoattivi e il supporto respiratorio se sono necessari ripetuti boli di fluidi.
 - Valutare la necessità di fluidi nello shock cardiogeno su base individuale. I fluidi potrebbero essere ancora necessari, ma devono essere somministrati con maggiore cautela, ad esempio 5 ml/kg per ogni bolo.
 - Determinare il tipo di shock: ipovolemico, cardiogeno, ostruttivo, distributivo o dissociativo (il POCUS può essere utile a questo scopo).
 - Iniziare precocemente la somministrazione di farmaci vasoattivi (inotropi e/o vasopressori a seconda del tipo di shock) in infusione continua attraverso una via venosa centrale o periferica e non oltre la somministrazione di tre o quattro boli di liquidi (30-40 ml/kg):
 - Prestare attenzione alla corretta composizione, diluizione e dosaggio dei farmaci.
 - Quando possibile, utilizzare una via venosa dedicata per l'infusione dei farmaci vasoattivi.
 - Titolare la velocità di infusione in base ai segni clinici e ad altri segni quali il polso, il tempo di riempimento capillare e la diuresi: non basarsi esclusivamente sui valori target di pressione arteriosa, che possono variare a seconda della patologia, dell'età e della risposta. Porsi l'obiettivo di arrivare come minimo al 5° percentile.
 - Utilizzare la noradrenalina come vasopressore di prima linea e l'adrenalina come inotropo di prima linea. Utilizzare il milrinone come inodilatatore di prima linea.
 - Considerare l'uso di POCUS, ecocardiografia, misurazioni seriate del lattato e della saturazione venosa mista di ossigeno (SvO₂) per guidare ulteriormente il processo decisionale clinico, se si dispone delle competenze necessarie.
 - Trattare le aritmie, se presenti (vedi sotto).
 - Avviare altri trattamenti specifici in base al tipo di shock (vedi sotto).
 - Chiedere l'aiuto di un esperto in merito al supporto extracorporeo (ad es. ECMO) nei bambini con shock refrattario o con patologie specifiche (ad es. cardiopatia congenita).
- **Disabilità**
 - Porsi come obiettivo la neuroprotezione (vedi la sezione sul trattamento post rianimatorio).

- Garantire un'adeguata ossigenazione, ventilazione e circolazione.
 - Trattare le crisi convulsive cliniche ed elettroencefalografiche. Seguire un protocollo basato sul tempo dall'esordio delle crisi per il trattamento dello stato epilettico, quale quello suggerito nella *Figura 4*.
 - Trattare l'ipoglicemia non appena viene rilevata, per via orale se possibile, con 0,3 g/kg di glucosio. Se l'assunzione per via orale non è possibile, somministrare un bolo endovenoso di 0,2 g/kg di glucosio (2 ml/kg di glucosio al 10%) e ricontrollare la glicemia dopo 5-10 minuti: ripetere se necessario.
 - Se non è disponibile una soluzione di glucosio EV, somministrare glucagone come provvedimento rescue temporaneo: glucagone 0,03 mg/kg IM o SC (oppure 1 mg se >25 kg o 0,5 mg se <25 kg) OPPURE 3 mg per via intranasale se il bambino è di età compresa tra 4 e 16 anni.
 - Garantire un'adeguata analgesia (preferibilmente in infusione continua) nei bambini che presentano discomfort o dolore. Anticipare e prevenire l'ipotensione.
 - Considerare la possibilità di stroke pediatrico o di infezione del sistema nervoso centrale e richiedere rapidamente l'aiuto di un esperto.
- **Esposizione**
 - Evitare l'ipotermia e l'ipertermia e avviare misure specifiche per contrastarle se presenti.
 - Considerare l'uso di antibiotici e/o farmaci antivirali se è probabile una causa batterica o virale della malattia critica (ad es. in caso di sepsi, encefalite o meningite, polmonite grave).
 - Tutelare l'interesse del bambino in conformità con le politiche locali di tipo etico e legale in caso di sospetto trauma non accidentale (abuso o negligenza nei confronti dei minori).

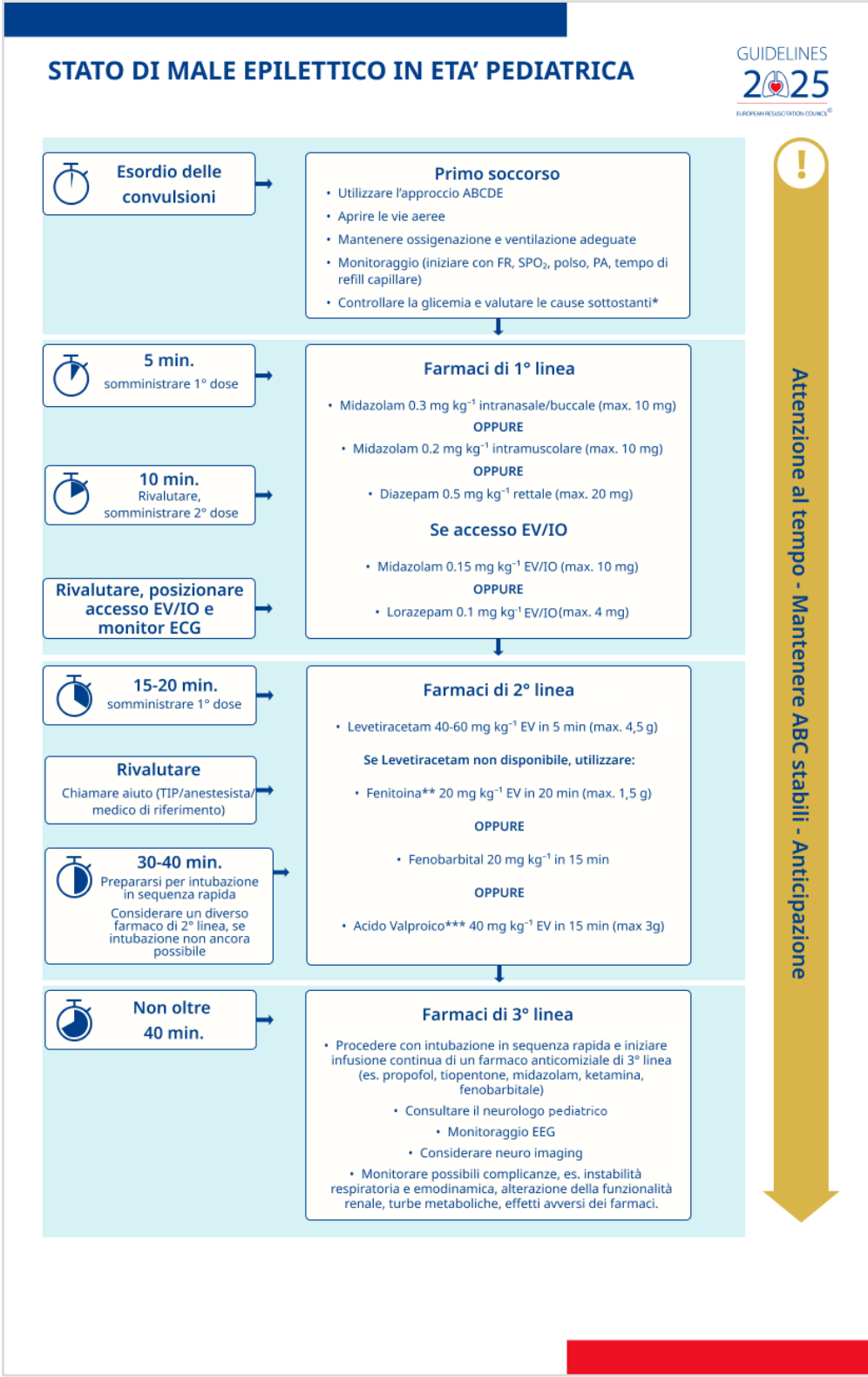


Figura 4: Algoritmo per la gestione dello stato di male epilettico in età pediatrica

*Infezione, intossicazione, ipertensione endocranica, squilibri elettrolitici, canalopatie.

**Fenitoina: monitorare l'elettrocardiogramma (ECG) e la pressione arteriosa; cautela in caso di cardiopatie, aritmie e blocchi atrioventricolari (AV).

***Acido Valproico: dovrebbe essere evitato nelle adolescenti in stato di gravidanza, in caso di sospetta insufficienza epatica o malattie metaboliche. La disponibilità locale di farmaci e le strategie di implementazione possono determinare modifiche a questo algoritmo.

Raccomandazioni aggiuntive per patologie tempo-dipendenti

- Nei bambini con **asma acuto grave** (sindrome asmatica critica):
 - Somministrare ossigeno al 100%.
 - Somministrare (in modo intermittente o continuo) agonisti beta₂-adrenergici a breve durata d'azione tramite inalatori pressurizzati a dosaggio misurato con distanziatore o mediante nebulizzazione (ad es. salbutamolo 100 mcg/dose - 4-10 puff ogni 20 minuti oppure nebulizzazione con ossigeno al 100% - 2,5-5 mg in un volume di soluzione fisiologica sterile adeguato al tipo di nebulizzatore: nebulizzare fino ad esaurimento del liquido).
 - Somministrare ipratropio per via inalatoria in associazione agli agonisti beta₂-adrenergici secondo necessità nelle seguenti dosi: bambini di età compresa tra 1 mese e 5 anni: 125-250 mcg (max 1 mg al giorno), da 6 a 11 anni: 250 mcg (max 1 mg al giorno) e da 12 a 17 anni: 500 mcg (max 2 mg al giorno).
 - Somministrare prednisolone 1-2 mg/kg per via orale o endovenosa (max. 40 mg) o desametasone 0,3-0,6 mg/kg (max. 16 mg) entro la prima ora.
 - In caso di crisi grave, considerare l'aggiunta di corticosteroidi per via inalatoria ad alte dosi.
 - Considerare la somministrazione endovenosa di solfato di magnesio 40 mg/kg (max 2 g) in 20 minuti nei bambini che non rispondono al trattamento iniziale.
 - Considerare una dose carico per via endovenosa di beta₂-adrenergici a breve durata d'azione (ad es. 5-15 mcg/kg di salbutamolo in 10 minuti; sono state utilizzate dosi massime di 250-750 mcg), che può essere seguita da un'infusione continua a seconda della gravità del quadro clinico (ad es. salbutamolo 1-2 mcg/kg/min). Monitorare i valori di potassio, lattato, glicemia e l'ECG.
 - Valutare la possibilità di una ventilazione non invasiva, a condizione che il bambino abbia ancora un'iniziativa respiratoria sufficiente.
 - Considerare l'intubazione tracheale e la ventilazione invasiva (e anticipare potenziali effetti collaterali gravi) o il supporto vitale extracorporeo in caso di asma con rischio di vita (ad es. esaurimento, ipossia grave nonostante l'ossigeno ad alti flussi e una terapia farmacologica adeguata).

- Nei bambini con **shock settico**:
 - Prelevare campioni di sangue per emocoltura e PCR, se possibile, e somministrare antibiotici ad ampio spettro appena possibile (entro 1 ora), dopo la gestione iniziale ABCD.
 - Considerare la somministrazione di idrocortisone 1-2 mg/kg se il bambino non risponde ai fluidi e al supporto vasoattivo e nei bambini con patologie specifiche (ad es. insufficienza surrenalica) o che assumono farmaci specifici.

- Nei bambini con **shock cardiogeno**:
 - Consultare tempestivamente un cardiologo pediatrico.
 - Utilizzare l'ecocardiografia per guidare il trattamento.
 - Iniziare il supporto inotropico e prendere in considerazione la ventilazione meccanica.
 - Anticipare un possibile arresto cardiaco durante l'intubazione tracheale, utilizzare farmaci con effetti collaterali cardiocircolatori minimi (ad es. utilizzare ketamina ed evitare propofol).
 - Considerare la somministrazione endovenosa di furosemide solo nei bambini senza ipovolemia concomitante.
 - Valutare il supporto vitale extracorporeo in caso di shock cardiogeno refrattario.

- Nei bambini con **shock emorragico**:
 - Attivare i protocolli locali per l'emorragia massiva e controllare il sanguinamento utilizzando pressione diretta e lacci emostatici come indicato.
 - Ridurre al minimo l'infusione di boli endovenosi di cristalloidi (max. 20 ml/kg). Somministrare emoderivati o sangue intero non appena disponibili.
 - Utilizzare farmaci vasoattivi in caso di shock refrattario ai fluidi, specialmente quando coesiste anche una riduzione del tono simpatico (ad esempio durante l'anestesia o l'analgesedazione) o in bambini con trauma cranico concomitante. Mantenere la pressione arteriosa media (MAP) al di sopra del 50° percentile per ottenere una pressione di perfusione cerebrale sufficiente in caso di trauma cranico. Supportare la funzione cardiaca se necessario per ottenere una MAP al di sopra della soglia.
 - Utilizzare una strategia incentrata sul miglioramento della coagulazione nei bambini con grave perdita ematica.
 - Somministrare acido tranexamico appena possibile (almeno entro 3 ore) a tutti i bambini che necessitano di trasfusioni dopo un trauma o con emorragia potenzialmente fatale. Somministrare una dose di carico di 15-20 mg/kg (max. 1 g) per via endovenosa in 10 minuti, seguita da un'infusione di 2 mg/kg/h (max. 1 g) per almeno 8 ore o fino alla cessazione dell'emorragia.

- Nei bambini con **insufficienza circolatoria dovuta a bradicardia**:
 - Consultare tempestivamente un cardiologo pediatrico.
 - Ottimizzare l'ossigenazione, la ventilazione e la circolazione.
 - Nei pazienti con bradicardia e scarsa perfusione che non rispondono all'ossigenazione e alla ventilazione, iniziare le compressioni toraciche.
 - Considerare l'adrenalina in piccole dosi endovenose (ad es. 1-2 mcg/kg) o in infusione continua.
 - Considerare il pacing transtoracico solo in casi specifici di bradicardia (ad es. blocco atrioventricolare completo, malattia del nodo del seno).
 - Considerare l'atropina *solo* in casi specifici di bradicardia (ad es. indotta da aumento del tono vagale o da turbe della conduzione cardiaca); somministrare 20 mcg/kg di atropina per via endovenosa (max. 0,5 mg).

- Nei bambini con **insufficienza circolatoria dovuta a tachiaritmia**:
 - Consultare tempestivamente un cardiologo pediatrico.
 - Nei pazienti con insufficienza circolatoria scompensata, indipendentemente dall'origine della tachicardia (sopraventricolare o ventricolare), eseguire immediatamente una cardioversione sincronizzata iniziando con 1 J/kg, raddoppiando l'energia ad ogni tentativo successivo fino a un massimo di 4 J/kg. Eseguire un ECG a 12 derivazioni durante il tentativo di cardioversione. Se il bambino non è incosciente, garantire un'adeguata analgesedazione secondo i protocolli locali. Rivalutare i segni vitali e il polso dopo ogni tentativo. In attesa dell'anestesista e del defibrillatore, è possibile tentare una cardioversione farmacologica (vedi sotto), ma ciò non deve ritardare il tentativo di cardioversione.
 - Nei pazienti con tachicardia sopraventricolare a complessi QRS stretti (TSV) che non presentano insufficienza circolatoria scompensata:
 - Prendere in considerazione le manovre vagali (ad es. manovra di Valsalva modificata o impacco di ghiaccio sul viso).
 - Considerare la somministrazione endovenosa di adenosina in bolo rapido da 0,1-0,2 mg/kg (max. 6 mg) attraverso una vena di grosso calibro. Assicurarsi che durante la somministrazione di adenosina si registri un ECG a 12 derivazioni. Se la TSV persiste, somministrare una seconda dose da 0,3 mg/kg (max. 12-18 mg) dopo almeno 1 minuto. Se la TSV persiste dopo la seconda dose, considerare ulteriori

- dosi di adenosina per via endovenosa ogni 1-2 minuti, aumentando la dose con incrementi di 0,05-0,1 mg/kg fino a raggiungere una dose singola massima di 0,5 mg/kg.
- Chiedere il supporto di un cardiologo pediatrico. Valutare la cardioversione sincronizzata o farmaci alternativi (ad es. amiodarone), in particolare nei bambini con malattia del nodo del seno, aritmie da sindrome da pre-eccitazione ventricolare, storia di pregresso trapianto cardiaco o asma grave.
 - Nei pazienti con tachicardia a QRS larghi che non presentano insufficienza circolatoria scompensata:
 - Tentare le manovre vagali che potrebbero fornire informazioni utili per la diagnosi (ad es. in caso di TSV con conduzione anomala).
 - Chiedere il supporto di un cardiologo pediatrico. Le opzioni terapeutiche farmacologiche includono amiodarone, lidocaina, esmololo, solfato di magnesio e procainamide.
 - In caso di torsione di punta, somministrare per via endovenosa 50 mg/kg di solfato di magnesio (max. 2 g).
 - Nei bambini con **crisi convulsive generalizzate** (Figura 4):
 - Monitorare attentamente il tempo trascorso dall'inizio delle crisi convulsive. Stabilizzare ABC, monitorare le funzioni vitali e l'ECG. Considerare le possibili cause delle crisi convulsive (ad es. infezione, intossicazione, disturbi metabolici, ipossia, ipoglicemia, ipertermia, ipertensione endocranica, canalopatie) e trattarle in modo appropriato. L'anticipazione è importante nel trattamento delle crisi convulsive, dal momento che potrebbero essere necessari diversi interventi.
 - Qualsiasi crisi convulsiva della durata di 5 minuti o più (stato di male epilettico) richiede il trattamento con una benzodiazepina (farmaco di prima linea). Utilizzare la via endovenosa se disponibile. Se non è stato ancora posizionato un accesso EV/IO, utilizzare una via alternativa (ad es. buccale, nasale, IM).
 - Se le crisi convulsive continuano, somministrare una seconda dose di benzodiazepina EV o IO dopo 5-10 minuti dalla prima e prepararsi a somministrare un farmaco di seconda linea.
 - Se le crisi persistono dopo due dosi del farmaco di prima linea (<15-20 min dall'inizio della crisi convulsiva), somministrare levetiracetam EV o IO 40-60 mg/kg (max. 4,5 g) in 5 min (farmaco di seconda linea). Se il levetiracetam non è disponibile, somministrare fenitoina per via endovenosa 20 mg/kg in 20 minuti, oppure fenobarbital EV 20 mg/kg (max 1 g) mediante iniezione lenta ad una velocità massima di 1 mg/kg/min oppure acido valproico EV 20 mg/kg in 4 minuti come seconda scelta. Non utilizzare l'acido valproico in caso di possibile gravidanza.
 - Se le convulsioni continuano per più di 30 minuti nonostante la somministrazione di un farmaco di seconda linea (stato di male epilettico refrattario), prepararsi all'intubazione e a trasferire il bambino in Terapia Intensiva Pediatrica. Se non si è pronti per l'intubazione o l'anestesista non è ancora presente, una possibile alternativa consiste nel somministrare un altro farmaco di seconda linea diverso.
 - Iniziare l'anestesia (ad es. con midazolam, ketamina, fenobarbital, tiopentale o propofol) entro 40 minuti dall'inizio delle crisi convulsive e procedere ad intubazione e ventilazione meccanica. Cercare di interrompere le crisi convulsive cliniche e la burst suppression all'elettroencefalogramma (EEG). Monitorare eventuali instabilità respiratoria ed emodinamica, disturbi metabolici, insufficienza renale, rabdomiolisi ed effetti avversi dei farmaci.
 - Chiedere il supporto di un neurologo pediatrico.
 - Valutare la possibilità di un monitoraggio EEG in continuo e dell'imaging cerebrale.

Altre importanti situazioni di peri-arresto sono descritte di seguito nel sottocapitolo dedicato alle Circostanze speciali.

SUPPORTO DI BASE ALLE FUNZIONI VITALI IN ETÀ PEDIATRICA (PBL5 – PAEDIATRIC BASIC LIFE SUPPORT) (Vedi Figura 5)

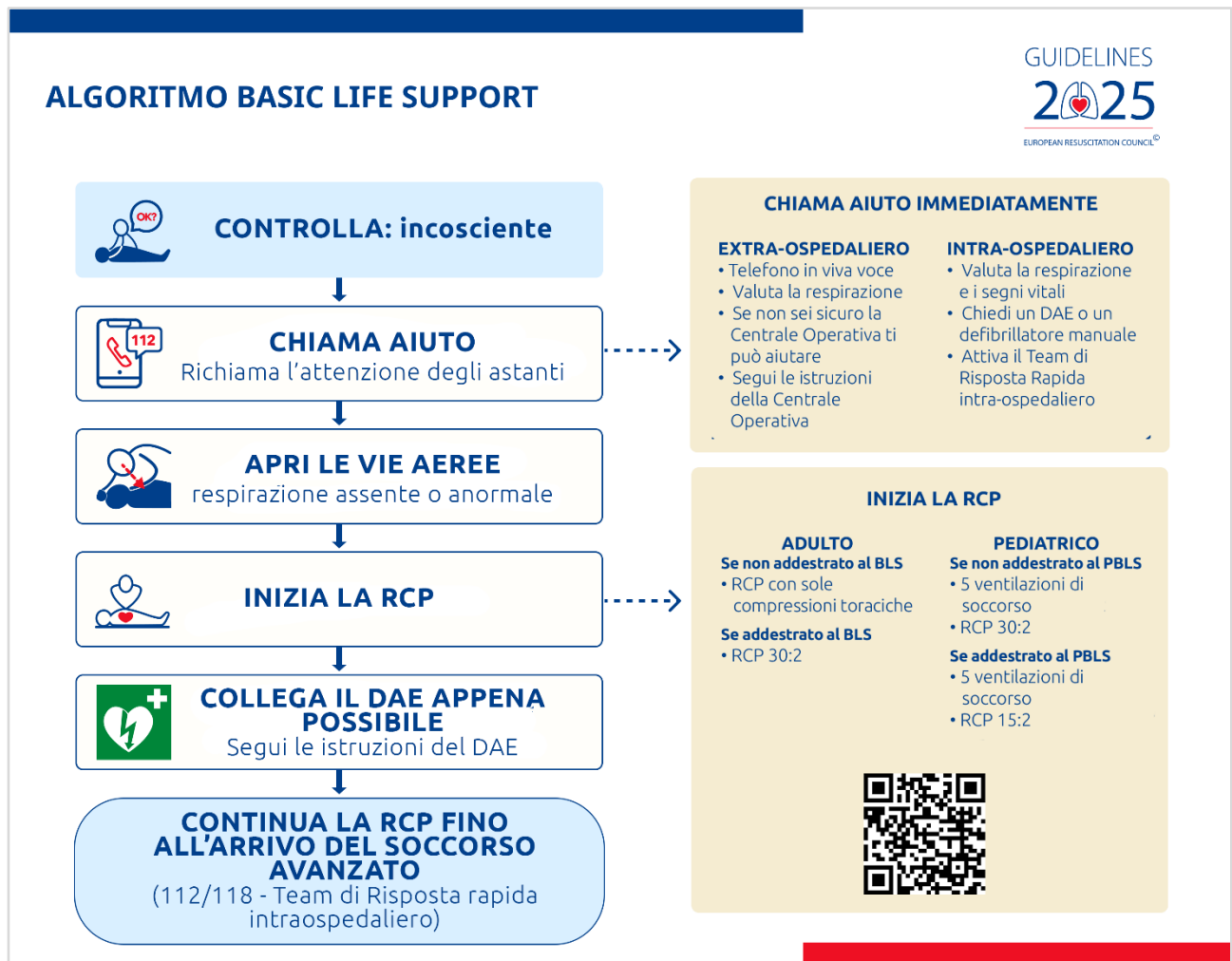


Figura 5: Algoritmo Basic Life Support ERC

Raccomandazioni per i soccorritori non addestrati e RCP assistita dall'operatore di Centrale Operativa

- Se ci si trova di fronte ad un bambino che sembra non reattivo e non si possiede una formazione specifica nel PBL5, assicurarsi che la scena sia sicura per sé stessi e per il bambino e seguire i **3 passi per salvare una vita** (Figura 6):
 - **Controlla:** controllare se il bambino reagisce a stimoli non dolorosi.
 - **Chiama:** chiamare immediatamente il Servizio di Emergenza Medica Territoriale. Se il bambino non reagisce, seguire le indicazioni dell'operatore della Centrale Operativa.
 - **Comprimi & Connetti:** iniziare immediatamente la RCP seguendo le istruzioni della Centrale Operativa e applicare un DAE se disponibile.
- Gli operatori di Centrale Operativa dovrebbero incoraggiare gli astanti / soccorritori occasionali ad eseguire sia le ventilazioni che le compressioni toraciche nei bambini di tutte le età. Dovrebbero chiedere attivamente se ci sono segni che confermano l'efficacia della ventilazione (ad es. se il torace si muove).
- Gli operatori di Centrale Operativa dovrebbero consigliare un rapporto compressioni:ventilazioni di 30:2 con 5 ventilazioni iniziali di soccorso agli astanti non addestrati o addestrati solo al BLS dell'adulto.

- Se gli astanti non vogliono o non sono in grado di eseguire le ventilazioni, gli operatori di Centrale Operativa dovrebbero incoraggiare la RCP con sole compressioni per tutti i bambini.
- Gli operatori di Centrale Operativa dovrebbero istruire gli astanti a utilizzare le tecniche specifiche per età per eseguire le compressioni toraciche e le ventilazioni nei lattanti, bambini e adolescenti (vedi sotto).



Figura 6: Tre passi per salvare una vita

Raccomandazioni per i soccorritori addestrati al PBLIS (Figura 5)

- Garantire la sicurezza propria e del bambino.
- Utilizzare uno stimolo verbale e tattile per la valutazione della coscienza. Non utilizzare stimoli dolorosi.
- Chiamare immediatamente il Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale o chiedere a qualcuno di farlo, utilizzando la funzione vivavoce del cellulare o effettuando una videochiamata, se possibile. Seguire le indicazioni dell'operatore della Centrale Operativa, che può aiutare a capire se è necessario iniziare la RCP. Se si è addestrati al PBLIS, controllare la respirazione come descritto di seguito, in attesa della risposta della Centrale Operativa.
- Utilizzare la manovra di estensione del capo e sollevamento del mento per aprire le vie aeree, valutare la respirazione e ricercare i segni vitali per non più di 10 secondi (Figura 7 e 8).



Figura 7: Apertura delle vie aeree nel lattante – posizione neutra



Figura 8: Apertura delle vie aeree nei bambini – lieve estensione (sniffing position)

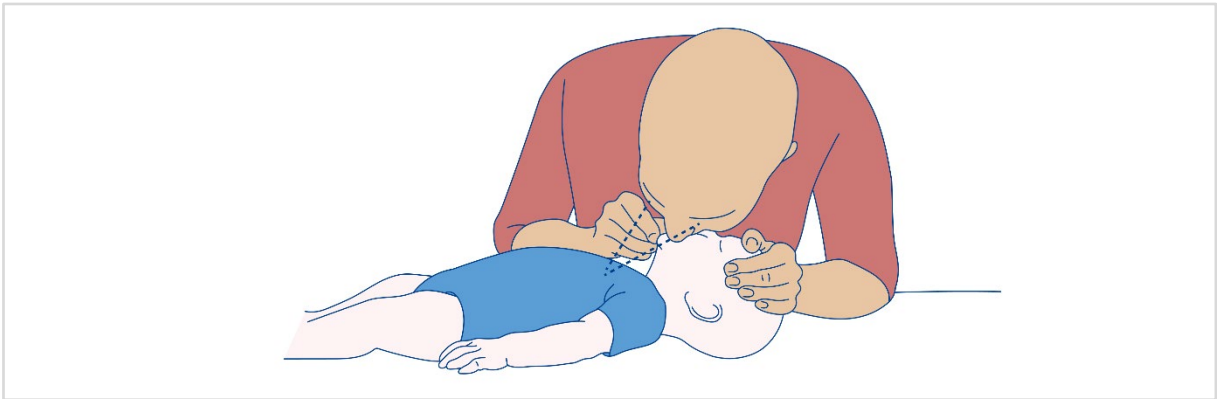


Figura 9: Ventilazioni di soccorso nel lattante – tecnica bocca – bocca/naso



Figura 10: Ventilazioni di soccorso nel bambino – tecnica bocca – bocca

- Eseguire cinque ventilazioni iniziali di soccorso (Figura 9 e 10).
- Procedere immediatamente con 15 compressioni toraciche (Figura 11-13).

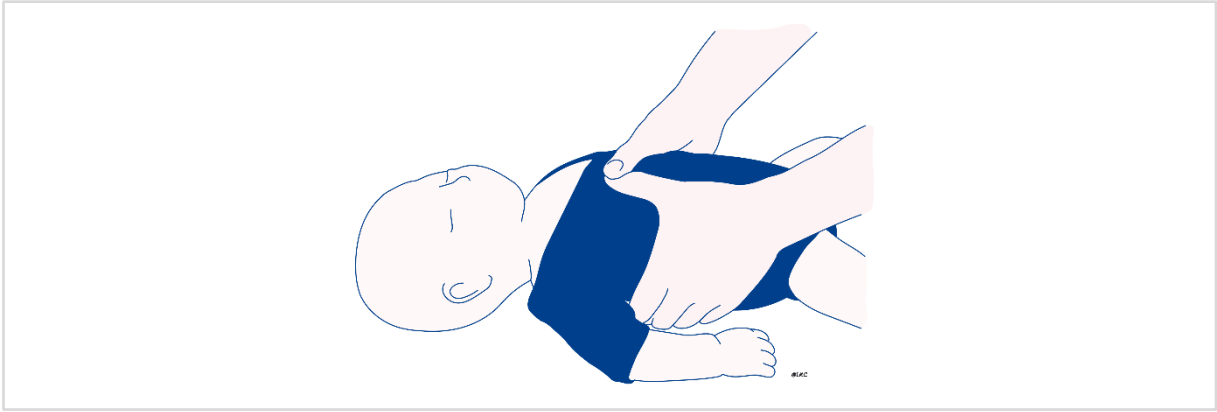


Figura 11: Compressioni toraciche nel lattante – tecnica a due pollici con le altre dita che circondano il torace

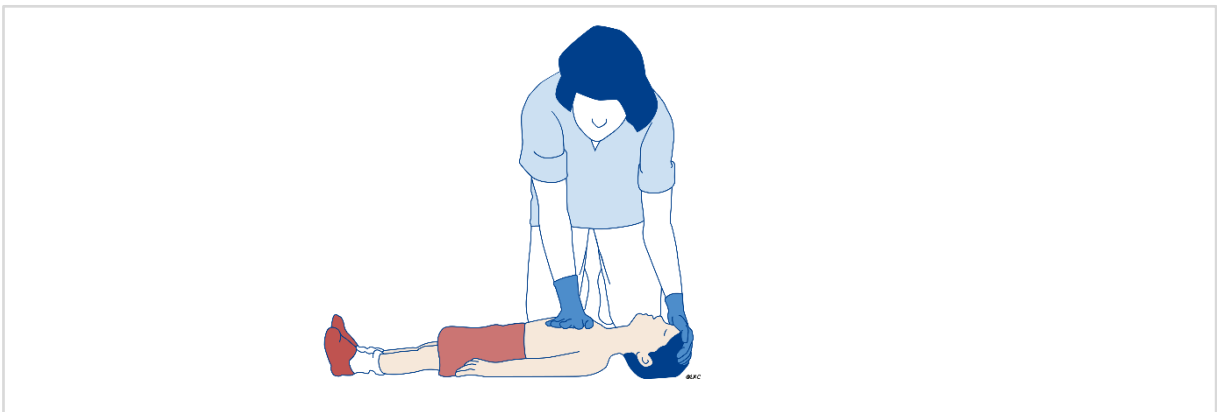


Figura 12: Compressioni toraciche nel bambino – tecnica a una mano



Figura 13: Compressioni toraciche nel bambino – tecnica a due mani

- Continuare la RCP con un rapporto compressioni:ventilazioni di 15:2 se si è specificamente addestrati al PBLs (se si è frequentato un corso PBLs ERC o equivalente), altrimenti utilizzare un rapporto 30:2.
- Concentrarsi su compressioni di alta qualità e ventilazioni efficaci. Ridurre al minimo le interruzioni delle compressioni toraciche.
- Se è disponibile un secondo soccorritore, quest'ultimo dovrebbe chiamare il Servizio di Emergenza Territoriale mentre il primo soccorritore inizia la RCP, quindi recuperare e collegare un defibrillatore semi-automatico esterno (DAE) appena possibile nei bambini di tutte le età. Una volta collegato, seguire le istruzioni del DAE.

- Se è presente un solo soccorritore, chiamare il Servizio di Emergenza Territoriale e iniziare la RCP hanno la priorità rispetto a recuperare e collegare il DAE.
- Non interrompere la RCP a meno che non vi siano chiari segni vitali o che il DAE non lo richieda.
- In un bambino che non risponde ma respira chiaramente in modo efficace, mantenere pervie le vie aeree continuando a estendere il capo e sollevare il mento o ruotare il bambino in posizione laterale di sicurezza, soprattutto se c'è il rischio di vomito, ma non in caso di trauma.
- Controllare la respirazione continuativamente o almeno ogni minuto se il bambino è in posizione laterale di sicurezza. In caso di dubbio sulla stabilità della posizione o sulla qualità della respirazione, mettere il bambino in posizione supina e aprire le vie aeree con la manovra di estensione del capo e sollevamento del mento.
- **Vie aeree** e valutazione della respirazione:
 - Mantenere la testa in posizione neutra nei lattanti, estendendo leggermente il capo e sollevando il mento con due dita sulla mandibola senza premere sui tessuti molli (manovra di estensione del capo e sollevamento del mento) (*Figura 7*). Nei bambini più grandi sarà necessaria una maggiore estensione del capo (*Figura 8*). Negli adolescenti è necessaria l'iperestensione del capo come negli adulti.
 - Controllare il movimento del torace, ascoltare e sentire il flusso d'aria dal naso e/o dalla bocca. Se il torace si muove ma non c'è flusso d'aria, le vie aeree non sono pervie. Cercare immediatamente di migliorare la manovra di apertura delle vie aeree.
 - Se si è in dubbio sulla normalità della respirazione, comportarsi come se essa non fosse normale.
- **Ventilazioni di soccorso** senza presidi aggiuntivi:
 - Assicurarsi che le vie aeree siano pervie e soffiare lentamente e progressivamente nella bocca del bambino (o nella bocca e nel naso del lattante) per circa 1 secondo, in modo sufficiente a determinare un sollevamento visibile del torace, quindi lasciare che il torace si abbassi passivamente mentre ci si prepara ad effettuare la ventilazione successiva (*Figura 9 e 10*).
 - Se il torace non si espande, le vie aeree potrebbero essere ostruite:
 - Rimuovere eventuali ostruzioni visibili dalla bocca, se ciò appare agevole. Non eseguire manovre di rimozione con le dita alla cieca.
 - Riposizionare il capo o ottimizzare la manovra di apertura delle vie aeree sollevando ulteriormente il mento o estendendo la testa.
- **Compressioni toraciche:**
 - Eseguire le compressioni toraciche su una superficie rigida, se facilmente disponibile. Rimuovere gli indumenti solo se ostacolano le compressioni toraciche.
 - Eseguire le compressioni toraciche sulla metà inferiore dello sterno in tutte le fasce d'età.
 - Utilizzare la tecnica a due pollici sovrapposti con le altre dita che circondano il torace per le compressioni toraciche nei lattanti.
 - Utilizzare la tecnica a una o due mani nei bambini di età superiore a 1 anno o quando non è possibile eseguire compressioni toraciche di alta qualità con la tecnica a due pollici (*Figura 12 e 13*).
 - Eseguire compressioni toraciche di alta qualità, ovvero con le seguenti caratteristiche:
 - frequenza di 100-120/min.
 - comprimere il torace di *almeno* un terzo del suo diametro antero-posteriore. Utilizzare la profondità raccomandata per gli adulti di 5-6 cm negli adolescenti e non superare una profondità di 6 cm a qualsiasi età.
 - evitare di mantenere una certa pressione sul torace tra una compressione e l'altra e consentire al torace di risalire completamente (ritorno elastico del torace).
 - non interrompere le compressioni toraciche tranne quando si eseguono le ventilazioni o se indicato dal DAE.

- **Utilizzo del defibrillatore semiautomatico esterno:**

- Seguire le istruzioni del DAE.
- Applicare gli elettrodi interrompendo per il minor tempo possibile la RCP (una persona applica gli elettrodi, la seconda esegue la RCP).
- Attivare la modalità pediatrica, se disponibile, in tutti i lattanti e i bambini di peso inferiore a 25 kg (ovvero di età pari a circa 8 anni). Nei bambini più grandi e negli adolescenti, utilizzare il DAE in modalità standard per adulti. Se il DAE non dispone della modalità pediatrica, utilizzarlo in modalità standard per adulti.
- Posizionare le placche da adulto come segue (*Figura 14 e 15*):
 - utilizzare la posizione antero-posteriore nei lattanti e nei bambini di peso inferiore a 25 kg: la placca anteriore va posizionata al centro del torace, immediatamente a sinistra dello sterno, e quella posteriore sul dorso, con il centro della placca tra le scapole.
 - Utilizzare la posizione antero-laterale o la posizione antero-posteriore nei bambini di peso superiore a 25 kg e negli adolescenti. Nella posizione antero-laterale, un elettrodo viene applicato sotto la clavicola destra e l'altro in sede sotto-ascellare sinistra. Se si utilizza la posizione antero-posteriore negli adolescenti, evitare di posizionare gli elettrodi sul tessuto mammario.
- Non toccare il paziente mentre il DAE sta analizzando il ritmo.
- Riprendere immediatamente le compressioni toraciche dopo l'erogazione dello shock.

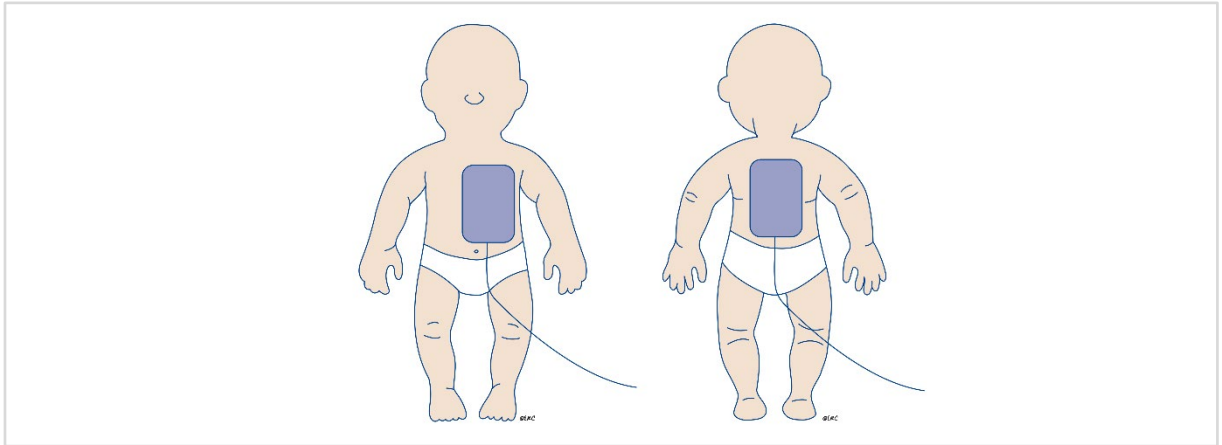


Figura 14: Posizione antero-posteriore delle placche da defibrillazione nei bambini fino a 25 kg

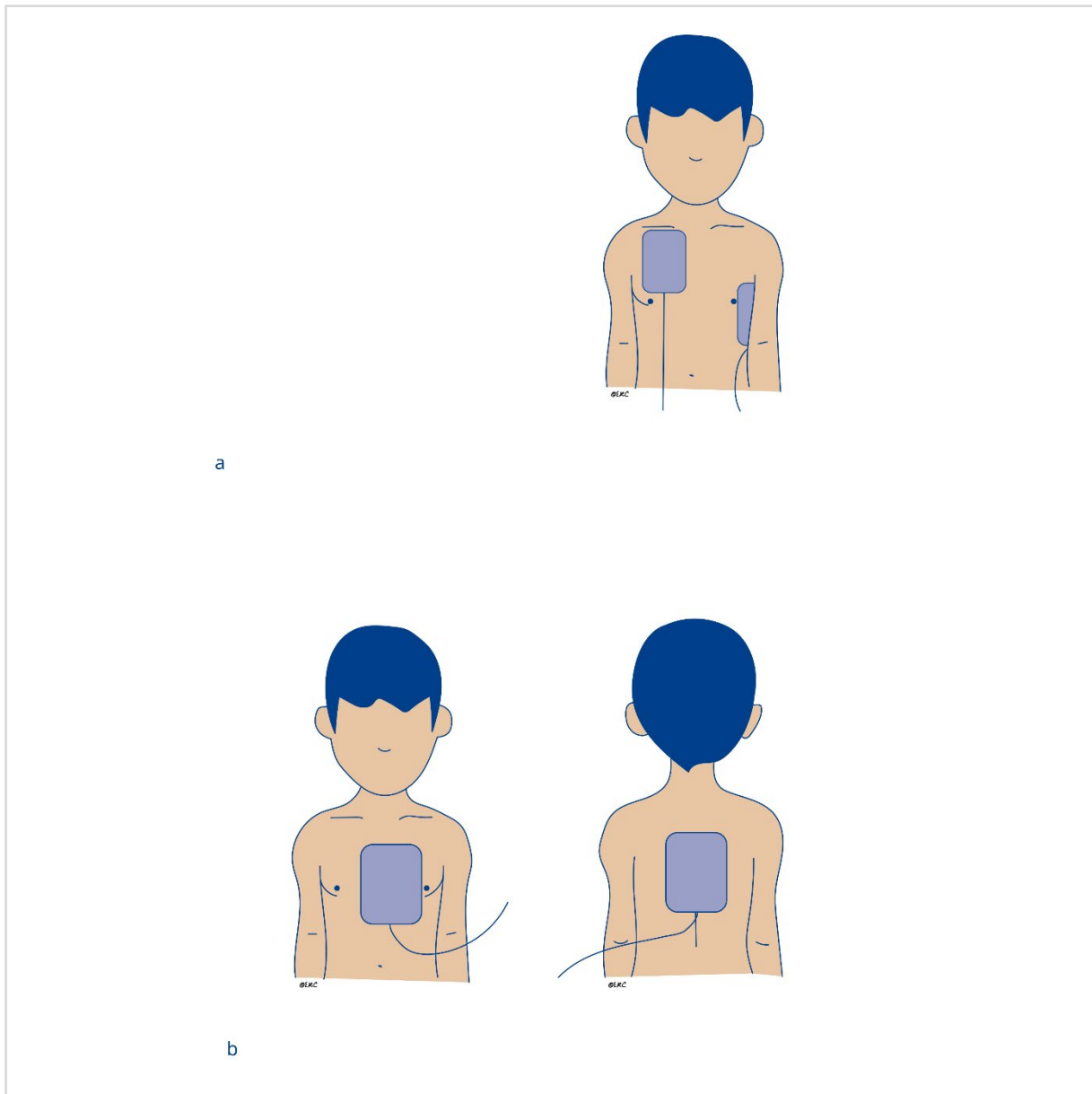


Figura 15: Posizione antero-laterale (a) o antero-posteriore (b) delle placche da defibrillazione nei bambini oltre i 25 kg

Considerazioni aggiuntive per il PBLIS

- In ospedale, se gli operatori sanitari sospettano un arresto cardiaco o una situazione clinica critica, una persona deve chiamare il Team di Risposta Rapida intraospedaliero, mentre l'altra deve iniziare la RCP come descritto sopra, utilizzando un rapporto compressioni:ventilazioni di 15:2.
- Gli operatori competenti devono eseguire la ventilazione con pallone e maschera e ossigeno.
- Se non è possibile iniziare immediatamente la ventilazione (ad esempio, se pallone e maschera non sono immediatamente disponibili e vi è una controindicazione alla ventilazione bocca a bocca), iniziare immediatamente le compressioni toraciche e aggiungere le ventilazioni appena possibile.
- Se pallone e maschera non sono disponibili, gli operatori competenti possono anche utilizzare una pocket mask per le ventilazioni di soccorso nei bambini più grandi.
- Attivare la modalità RCP sul letto per aumentare la rigidità del materasso (se il letto è dotato di questa funzione).

- Le compressioni toraciche possono essere eseguite dall'alto, stando alla testa del paziente, in determinate situazioni specifiche, come spazi angusti o personale limitato.
- La posizione antero-laterale delle placche può essere utilizzata da operatori competenti in bambini di peso ≤25 kg quando si utilizzano placche pediatriche, a condizione che queste non si tocchino tra loro.
- Un soccorritore solo, sprovvisto di telefono cellulare, deve eseguire 1 minuto di RCP prima di andare a cercare aiuto.

Ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo (Figura 22)

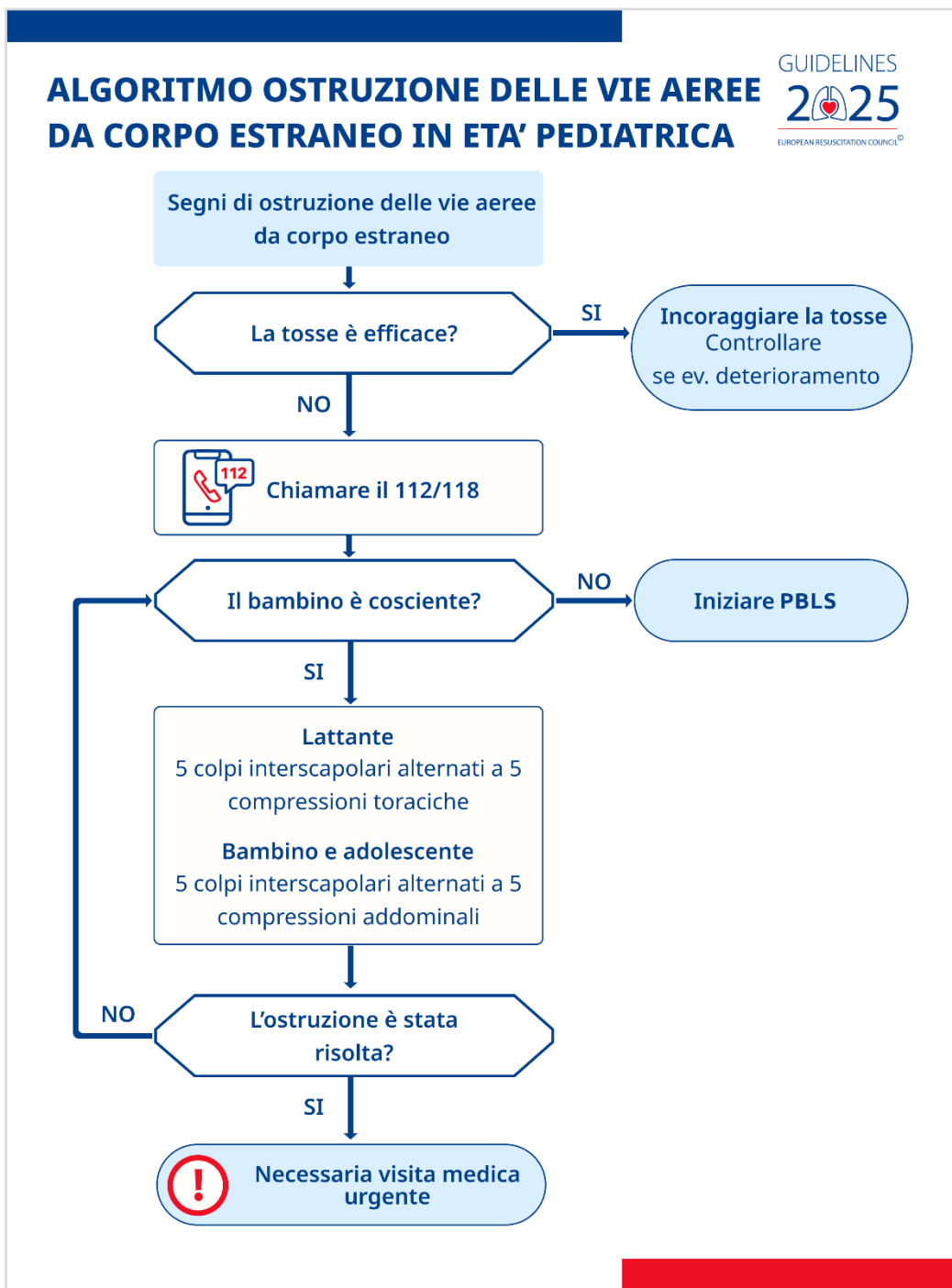


Figura 22 – Algoritmo per l'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo in età pediatrica

- Sospettare un soffocamento dovuto a un corpo estraneo se il bambino non è in grado di parlare (bambini e adolescenti) o di piangere vigorosamente (lattanti o bambini più piccoli), specialmente se ciò si verifica durante il pasto o il gioco senza supervisione.
- Chiamare o chiedere a qualcuno di chiamare il Servizio di Emergenza Territoriale appena possibile.
- Incoraggiare i bambini più grandi o gli adolescenti a tossire.
- Se la vittima non è in grado di tossire o se la tosse sta diventando inefficace, eseguire fino a 5 colpi interscapolari:
 - Girare il lattante in posizione prona, appoggiato sul proprio avambraccio, con l'avambraccio a sua volta appoggiato sulla propria gamba. Sostenere il capo del lattante con la mano. Cercare di tenere la testa al di sotto del livello del torace (per sfruttare la forza di gravità). Imprimitere un colpo vigoroso tra le scapole (*Figura 16a*). Ripetere fino a 5 volte o fino a quando l'ostruzione non viene risolta.
 - Far piegare in avanti il bambino o l'adolescente ed eseguire i colpi interscapolari (*Figura 17a*). Ripetere fino a 5 volte.
- Se i colpi interscapolari non sono efficaci, praticare fino a 5 compressioni toraciche/addominali:
 - Nel lattante (*Figura 16b*):
 - Girare il lattante in posizione supina e appoggiarlo sulle proprie ginocchia.
 - Utilizzare la tecnica dei due pollici per eseguire le compressioni toraciche come consigliato per la RCP, ma comprimere lo sterno in modo più deciso. Ripetere fino a 5 volte o fino a quando l'ostruzione non viene risolta.
 - Nel bambino e nell'adolescente (*Figura 17b*):
 - Posizionarsi dietro al bambino e circondare con le braccia la parte superiore del suo addome.
 - Farlo piegare in avanti.
 - Stringere il pugno e posizionarlo tra l'ombelico e l'apofisi xifoide dello sterno.
 - Afferrare il pugno con l'altra mano e tirare con forza verso l'interno e verso l'alto.
 - Ripetere fino a 5 volte o fino a quando l'ostruzione non viene risolta.
 - Se il bambino è ancora cosciente, ripetere i colpi interscapolari fino a 5 volte, alternandoli con 5 compressioni toraciche/addominali.
 - Interrompere immediatamente i colpi interscapolari o le compressioni toraciche/addominali se in qualsiasi momento si notano segni di risoluzione dell'ostruzione (tosse, respiro rumoroso o pianto).
- Non utilizzare manovre con le dita alla cieca per rimuovere l'ostruzione dalla bocca, ma effettuare un solo tentativo per rimuovere un corpo estraneo chiaramente visibile.
- Chiedere aiuto e chiamare il Servizio di Emergenza Territoriale appena possibile (se non è già stato fatto), al più tardi quando il bambino perde coscienza.
- Iniziare immediatamente la RCP con 5 ventilazioni di soccorso non appena il bambino perde coscienza.
- ERC non è in grado di formulare raccomandazioni a favore o contro l'uso di dispositivi di aspirazione pubblicizzati e commercializzati per la rimozione di un'ostruzione da corpo estraneo dalle vie aeree, in quanto non esistono al momento sicure evidenze scientifiche in merito.

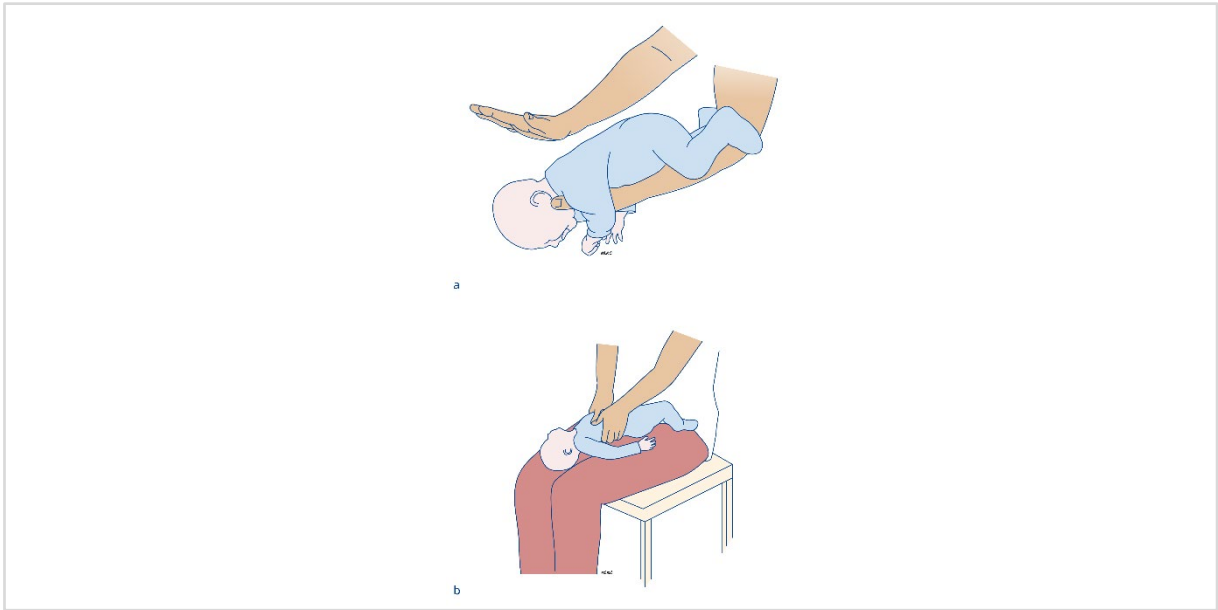


Figura 16: Colpi interscapolari (a) e compressioni toraciche (b) nel lattante

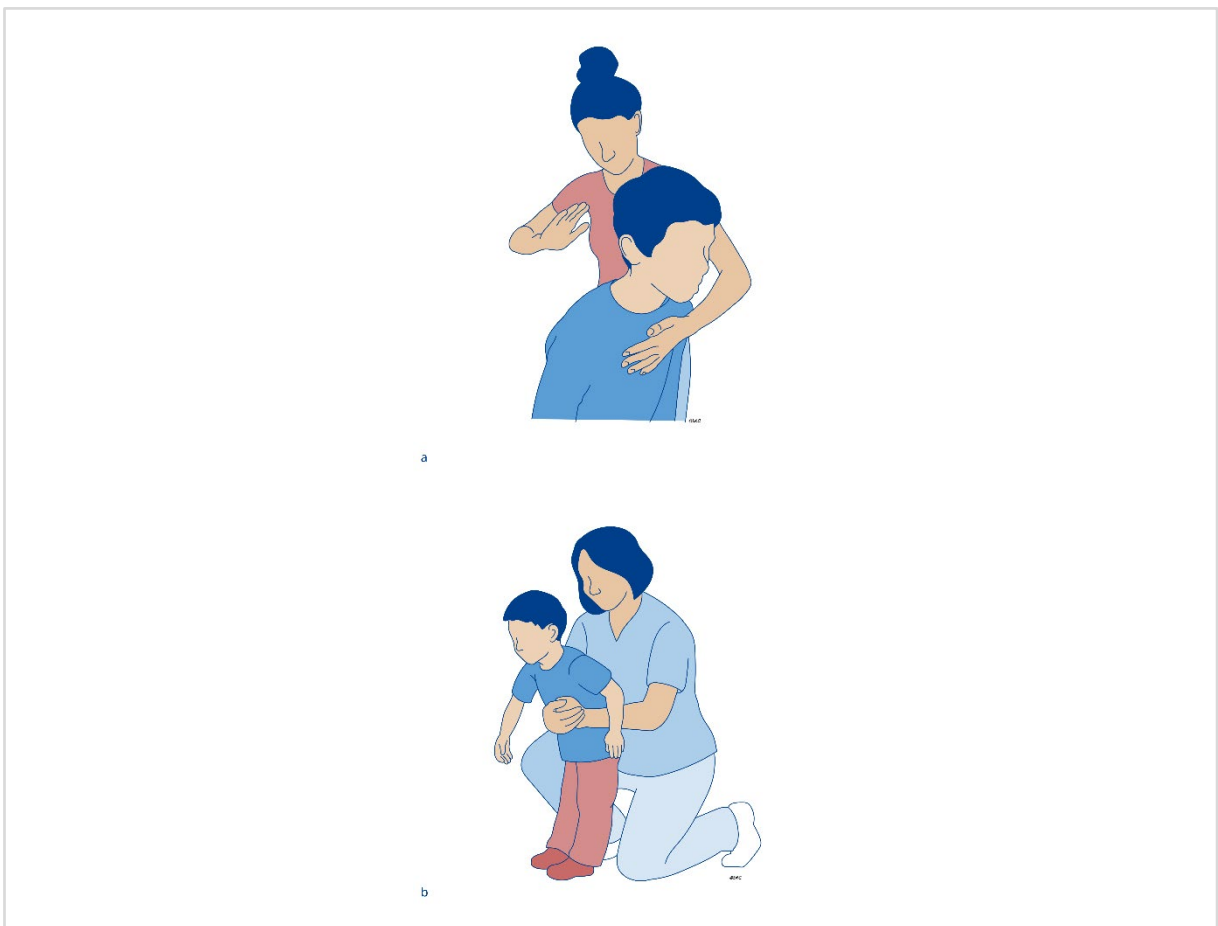


Figura 17: Colpi interscapolari (a) e compressioni addominali (b) nel bambino o nell'adolescente

SUPPORTO AVANZATO ALLE FUNZIONI VITALI IN ETÀ PEDIATRICA (PALS - PAEDIATRIC ADVANCED LIFE SUPPORT) (Vedi Figura 18)

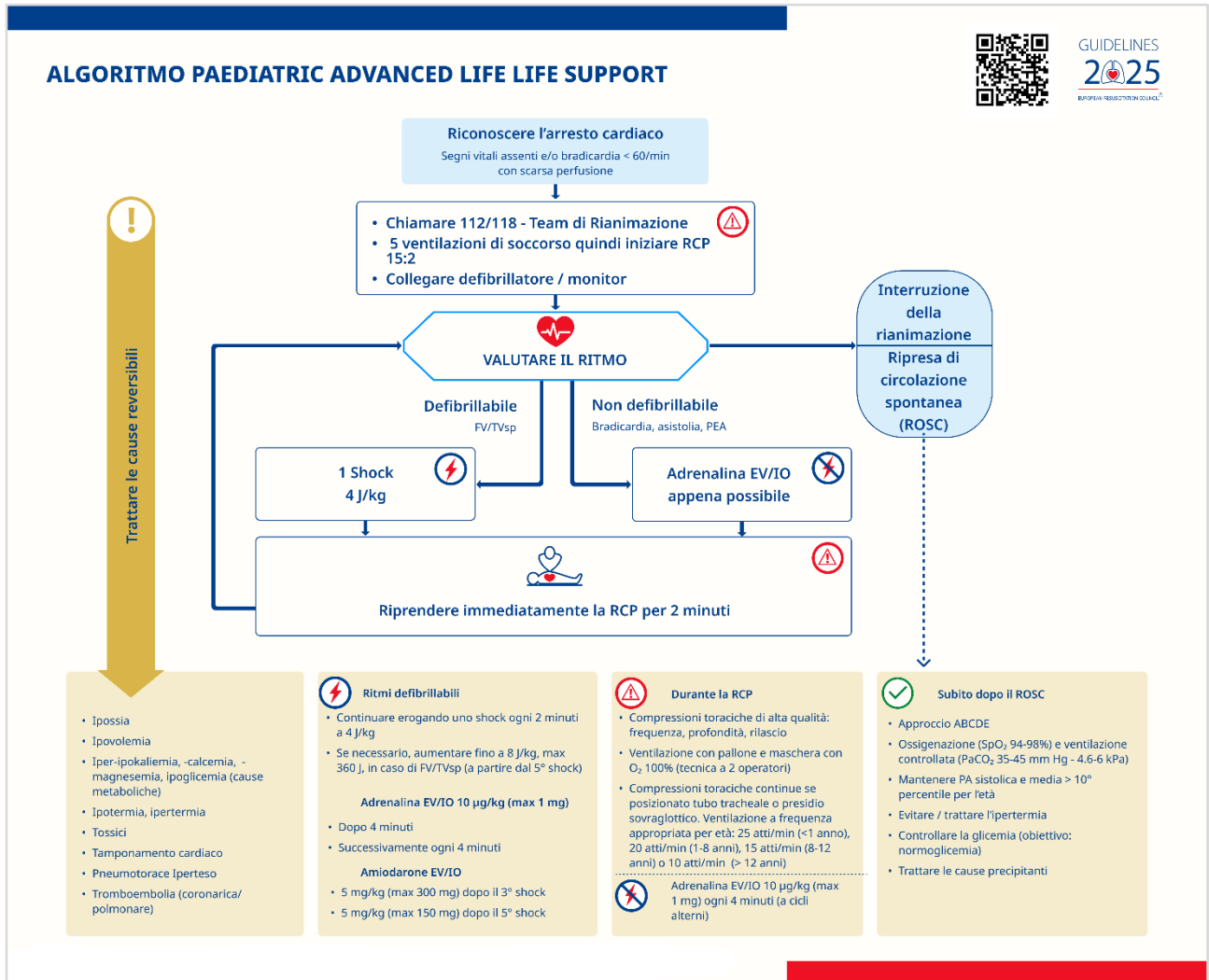


Figura 18: Algoritmo Paediatric Advanced Life Support (PALS)



Figura 19 – Esempio di composizione del team di rianimazione

La composizione del team di rianimazione può essere dinamica e influenzata da vari fattori, quali il tipo di ritmo, le cause reversibili e le risorse disponibili. Inoltre, le priorità durante la rianimazione possono cambiare con l'evolvere della situazione. Compressioni toraciche e ventilazioni di alta qualità, costanti nel tempo, sono essenziali e devono essere mantenute per tutta la durata della rianimazione per ottimizzare gli esiti.

- Adottare un approccio di squadra, definire ruoli chiari per ciascun membro del team, considerare e mettere in pratica la coreografia (ovvero la disposizione migliore del team, i ruoli e la sequenza di azioni ottimali per rianimare il bambino). Una possibile composizione del team è illustrata nella Figura 19.
- Iniziare o continuare con compressioni toraciche e ventilazioni di alta qualità.
- Riconoscere l'arresto cardiaco sulla base dei criteri clinici (ad es. assenza di segni vitali) o dei parametri monitorati (ad es. ECG, perdita di SpO₂ e/o ETCO₂, perdita del tracciato della pressione arteriosa cruenta).
- È importante sottolineare che le compressioni toraciche devono essere iniziate anche nei bambini che diventano bradicardici (< 60/min) con segni di scarsa perfusione nonostante un adeguato supporto respiratorio, anche se c'è ancora un polso rilevabile.
- Applicare un monitoraggio elettrocardiografico appena possibile, se non già precedentemente posizionato, utilizzando come prima scelta gli elettrodi autoadesivi del defibrillatore, poiché ciò consente di ridurre i tempi di una eventuale successiva defibrillazione, se indicata.
- Distinguere tra ritmi cardiaci defibrillabili e non defibrillabili.

- **I ritmi non defibrillabili** sono la bradicardia (con scarsa perfusione), l'attività elettrica senza polso (PEA) e l'asistolia.
 - Ottenere un accesso vascolare e somministrare adrenalina EV/IO (10 mcg/kg, max 1 mg) appena possibile, seguita da un lavaggio per facilitare il passaggio in circolo del farmaco. Tentare immediatamente l'accesso IO se l'accesso EV appare difficoltoso.
 - Ripetere la somministrazione di adrenalina EV/IO ogni 4 minuti (cioè ogni 2 cicli di RCP da 2 minuti), a meno che non si sia guidati dal monitoraggio della pressione arteriosa cruenta e dalla risposta emodinamica.
 - Rivalutare il ritmo cardiaco ogni 2 minuti (< 5 secondi). Se il ritmo si è modificato in un ritmo organizzato che potrebbe produrre una gittata cardiaca, verificare la presenza di segni vitali e palpare il polso centrale (max. 5 sec).
 - Cambiare la persona che esegue le compressioni toraciche almeno ogni 2 minuti. Prestare attenzione all'affaticamento e/o alle compressioni toraciche non ottimali e, se necessario, sostituire i soccorritori prima del previsto.

- **I ritmi defibrillabili** sono la tachicardia ventricolare senza polso (TVsp) e la fibrillazione ventricolare (FV).
 - Non appena identificati, erogare una scarica di defibrillazione (indipendentemente dall'ampiezza dell'ECG). In caso di dubbio, considerare il ritmo come defibrillabile.
 - Se si utilizzano placche autoadesive, continuare le compressioni toraciche mentre il defibrillatore si carica.
 - Assicurarsi che non vi siano perdite di ossigeno vicino al torace durante la defibrillazione. Nei bambini piccoli, il pallone autoespandibile può trovarsi molto vicino alle placche: dirigere lo scarico dell'ossigeno lontano dal torace o scollegare il pallone, se necessario, prima di caricare il defibrillatore. Non scollegare il tubo tracheale se si utilizza un circuito chiuso, ad esempio durante la ventilazione meccanica.
 - Quando le placche sono cariche, interrompere le compressioni toraciche, verificare rapidamente che il ritmo sia ancora defibrillabile (< 5 sec) e assicurarsi che tutte le persone si allontanino dal bambino prima di somministrare la scarica.
 - Ridurre al minimo il tempo che intercorre tra l'interruzione delle compressioni toraciche, l'erogazione dello shock e la ripresa delle compressioni toraciche (< 5 sec).
 - Erogare uno shock (4 J/kg – max 120-200 J) e riprendere immediatamente la RCP per 2 minuti.
 - Rivalutare il ritmo cardiaco:
 - Se il ritmo si è modificato in un ritmo organizzato che potrebbe produrre una gittata cardiaca, controllare i segni vitali e palpare il polso centrale (< 5 sec).
 - **OPPURE**
 - Se persiste un ritmo defibrillabile, erogare un secondo shock (4 J/kg) e riprendere immediatamente la RCP per 2 minuti, quindi rivalutare e continuare a ripetere il suddetto ciclo.
 - Somministrare adrenalina (10 mcg/kg - max. 1 mg) e amiodarone (5 mg/kg - max. 300 mg) EV/IO immediatamente dopo il terzo shock. Lavare dopo ogni somministrazione di farmaco. La lidocaina EV (1 mg/kg) può essere utilizzata in alternativa all'amiodarone se quest'ultimo non è disponibile o se i protocolli locali prevedono l'utilizzo della lidocaina al posto dell'amiodarone.
 - Somministrare una seconda dose di adrenalina (10 mcg/kg - max 1 mg) e amiodarone (5 mg/kg - max 150 mg) EV/IO immediatamente dopo il quinto shock.
 - A meno che non vi siano chiari segni vitali, l'adrenalina EV/IO deve essere ripetuta ogni 4 minuti (cioè ogni 2 cicli di RCP da 2 minuti), a meno che non si sia guidati dal monitoraggio della pressione arteriosa cruenta e dalla risposta emodinamica.
 - Cambiare la persona che esegue le compressioni almeno ogni 2 minuti. Prestare attenzione all'affaticamento e/o alle compressioni subottimali e, se necessario, sostituire i soccorritori prima del previsto.

- **La RCP deve essere proseguita a meno che:**

- Durante il controllo del ritmo si riconosca un ritmo organizzato associato a segni di ripristino della circolazione spontanea (ROSC), identificati clinicamente (ad es. apertura degli occhi, movimento, respirazione normale) e/o tramite monitoraggio (ad es. ETCO₂, SpO₂, pressione arteriosa, ecocardiogramma) e/o tramite la rilevazione di un polso centrale palpabile.
- La perfusione venga ripristinata mediante supporto vitale extracorporeo (ERCP).
- Siano soddisfatti i criteri per interrompere la rianimazione (si veda il capitolo delle Linee Guida ERC 2025 sull'Etica della Rianimazione).²⁹

Defibrillazione durante il PALS

- La defibrillazione manuale è il metodo raccomandato durante il PALS. Se un defibrillatore manuale non è immediatamente disponibile, è possibile utilizzare un DAE.
- Una corretta pianificazione prima di ogni defibrillazione ridurrà al minimo il tempo di hands-off.
- Le placche per la defibrillazione possono essere applicate in posizione antero-laterale o antero-posteriore (*Figura 14 e 15*).
 - Evitare il contatto tra le placche, perché ciò può causare archi voltaici.
 - Nella posizione antero-laterale, un elettrodo viene posizionato sotto la clavicola destra e l'altro in sede sotto-ascellare sinistra.
 - Nella posizione antero-posteriore, l'elettrodo anteriore viene posizionato al centro del torace immediatamente a sinistra dello sterno e quello posteriore al centro del dorso tra le scapole.
 - Utilizzare la posizione antero-posteriore nei lattanti e nei bambini che possono essere facilmente girati su un fianco per l'applicazione degli elettrodi e nei quali la posizione antero-laterale è più difficile da ottenere senza che le placche vengano in contatto tra di loro.
 - Utilizzare la posizione antero-laterale nei bambini più grandi, in quanto essa comporta una minore interruzione delle compressioni toraciche rispetto alla posizione antero-posteriore. Evitare il tessuto mammario negli adolescenti.
- La defibrillazione mediante placche autoadesive rappresenta il metodo standard. Utilizzare tale modalità se disponibile, altrimenti usare piastre metalliche con cuscinetti in gel preformati (ciò richiede una coreografia specifica della defibrillazione).
- Utilizzare 4 J/kg come energia di defibrillazione standard per gli shock iniziali. Sembra ragionevole non utilizzare dosi superiori a quelle raccomandate per gli adulti (120-200 J, a seconda del tipo di defibrillatore).
- Aumentare l'energia di defibrillazione, incrementandola gradualmente fino a 8 J/kg (max. 360 J), in caso di FV/TVsp refrattarie (cioè che richiedono più di 5 shock).
- Caricare il defibrillatore con le placche adesive o le piastre metalliche sul torace. Quando si utilizzano le placche adesive, continuare le compressioni toraciche mentre il defibrillatore si carica.
- Se si ottiene un periodo di ROSC, ma poi il bambino torna a presentare un ritmo defibrillabile, utilizzare per la defibrillazione la dose di energia che ha avuto successo in precedenza.

Ossigenazione e ventilazione durante il PALS

- Durante la RCP è essenziale garantire un'ossigenazione e una ventilazione efficaci, in associazione a compressioni toraciche di alta qualità, al fine di generare una perfusione coronarica sufficiente a far ripartire il cuore.
- Ossigenare e ventilare con pallone e maschera, utilizzando ossigeno al 100%. Non titolare la FiO₂ durante la RCP.
- Intubare il bambino solo se si ha esperienza e competenza nella manovra e si dispone di tutto l'equipaggiamento necessario. In caso contrario, continuare a ventilare con pallone e maschera o inserire un dispositivo sovraglottico. Assicurarsi che il torace si muova durante la ventilazione. Se ciò non accade, ottimizzare l'apertura delle vie aeree o la tecnica di ventilazione.

- Utilizzare un tubo tracheale o un dispositivo sovraglottico se è necessaria la RCP durante il trasporto, quando si prevede una rianimazione prolungata o quando la ventilazione con pallone e maschera è impossibile. Chiedere l'aiuto di un esperto se non è già presente.
- Non interrompere le compressioni toraciche durante la gestione delle vie aeree. Utilizzare il monitoraggio dell'ETCO₂ per garantire una ventilazione adeguata dopo che è stato posizionato un tubo tracheale o un dispositivo sovraglottico.
- Evitare l'ipo- o l'iperventilazione.
- Eseguire compressioni toraciche continue dopo che le vie aeree sono state messe in sicurezza con un tubo tracheale o un dispositivo sovraglottico e ventilare senza interrompere le compressioni toraciche. Sospenderle solo brevemente per controllare il ritmo cardiaco.
- Ventilare al limite inferiore della frequenza normale per l'età: 25 atti/min (lattanti), 20 (>1 anno), 15 (>8 anni), 10 (>12 anni).
- Se si è in dubbio sull'efficacia della ventilazione durante le compressioni toraciche continue (ad esempio per elevate perdite d'aria o ridotto ingresso aereo nei polmoni), tornare a un rapporto compressioni:ventilazioni di 15:2.
- Se il bambino presenta un arresto cardiaco mentre è collegato a un ventilatore meccanico, scollegare il ventilatore e ventilare con un pallone autoespandibile o un pallone per anestesia (a seconda delle competenze) oppure continuare a ventilare con il ventilatore meccanico (assicurandosi che il bambino sia adeguatamente ventilato). In quest'ultimo caso, accertarsi che il ventilatore sia in modalità volume controllato, che i trigger e i limiti siano disattivati e che la frequenza respiratoria, il volume corrente e la FiO₂ siano adeguati alla RCP. Non esistono evidenze a sostegno di un livello specifico di PEEP durante la RCP. Considerare sempre il malfunzionamento del ventilatore come possibile causa di arresto cardiaco.
- Titolare la FiO₂ in modo da mantenere una SpO₂ tra 94 e 98% dopo il ROSC.

Parametri misurabili durante il PALS

- **Capnografia:** utilizzare il monitoraggio ETCO₂ una volta posizionato un tubo tracheale o un dispositivo sovraglottico per valutare la qualità delle compressioni toraciche e aiutare a identificare il ROSC.
- **Pressione arteriosa invasiva:** se durante la RCP è presente una linea arteriosa, monitorare i valori di pressione arteriosa diastolica in risposta alle compressioni toraciche e ai farmaci (adrenalina). Mirare a una pressione diastolica intra-arresto di almeno 25 mm Hg per i lattanti e di almeno 30 mm Hg per i bambini e gli adolescenti.
- **Point-of-care ultrasound:** utilizzare il POCUS solo se si è competenti nel suo utilizzo durante la RCP e se ciò non compromette la qualità delle compressioni toraciche.
- **Esami ematici al punto di cura:** controllare come minimo la glicemia, il potassio, l'emoglobina, il lattato e l'emogasanalisi e trattare in modo appropriato.

Rianimazione cardiopolmonare extracorporea

- Prendere in considerazione la rianimazione cardiopolmonare extracorporea (ERCP) come intervento precoce in casi selezionati di lattanti e bambini con arresto cardiaco intra-ospedaliero (ad es. bambini con patologie cardiache ricoverati in Terapia Intensiva Pediatrica, bambini in fase peri-operatoria) o extra-ospedaliero (ad es. ritmo defibrillabile refrattario), nei contesti in cui le risorse consentono di mettere in atto l'ERCP.

Cause reversibili di arresto cardiaco pediatrico

- Ricercare e identificare tempestivamente le cause reversibili di arresto cardiaco e trattarle in modo appropriato.
- Utilizzare l'ausilio mnemonico "4I-4T" (Tabella 4).

Tabella 4 – Cause reversibili di arresto cardiaco nel PALS.

Causa reversibile	Riconoscimento	Trattamento in corso di arresto cardiaco
Ipossia	Anamnesi/esame clinico/SpO ₂ e/o PaO ₂ prima o durante l'arresto cardiaco.	Ventilare con ossigeno al 100%. Posizionare un presidio per la gestione avanzata delle vie aeree se la ventilazione con pallone e maschera è inefficace. Assicurarsi che l'espansione del torace sia adeguata. Se è stato posizionato un presidio per la gestione avanzata delle vie aeree, verificare l'ingresso d'aria nei polmoni e l'eventuale presenza di perdite aeree, distensione addominale o iperinflazione dinamica.
Ipovolemia	Anamnesi (sepsi, emorragia, diarrea, anafilassi), POCUS.	Bolo di liquidi 10 ml/kg (cristalloidi isotonici o emoderivati in caso di grave emorragia).
Iper- Ipo- kaliemia, calcemia, magneemia Ipoglicemia (turbe metaboliche)	<p>Iperkaliemia Anamnesi (emolisi massiva, sindrome da lisi tumorale, sindrome da schiacciamento, insufficienza renale acuta o cronica, ipertermia maligna, intossicazioni specifiche). Emogasanalisi con elettroliti.</p> <p>Ipokaliemia Anamnesi (diarrea, vomito, diabete insipido, farmaci, iperaldosteronismo). Emogasanalisi con elettroliti.</p> <p>Ipoglicemia Anamnesi ed esami ematici.</p> <p>Altre turbe metaboliche Anamnesi ed esami ematici</p>	<p>In caso di arresto cardiaco con grave iperkaliemia (>6,5 - 7 mmol/L), somministrare 0,1 unità/kg di insulina a breve durata d'azione (max 10 unità) con 5 ml/kg di glucosio al 10% (max 250 ml) in bolo endovenoso e un'infusione EV/IO di un agonista beta 2-adrenergico a breve durata d'azione (es. salbutamolo 5 mcg/kg). Considerare la rimozione extracorporea del potassio.</p> <p>In caso di arresto cardiaco associato con ipokaliemia grave (<2,5 mmol/L), somministrare 1 mmol/kg (max 30 mmol) di potassio alla velocità di 2 mmol/min per 10 min, seguito dal resto della dose (se necessario) in 5 - 10 min. Ripetere, se necessario, fino a che il potassio è >2,5 mmol/L. Considerare la somministrazione di magnesio per possibile ipomagneemia concomitante.</p> <p>Somministrare un bolo EV di 0,2 g/kg di glucosio (es. 2 ml/kg di glucosio 10%) e ricontrollare la glicemia dopo 5 - 10 min. Ripetere se necessario.</p> <p>Correggere il calcio, il magnesio e le altre turbe metaboliche.</p>
Ipo- o Ipertermia	Ipotermia Anamnesi/contesto e temperatura interna	<p>Modificare l'algoritmo PALS come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <30°C: somministrare una sola dose di adrenalina, a meno che non si preveda l'avvio immediato di un supporto vitale extracorporeo. • Erogare un massimo di tre shock se è presente un ritmo defibrillabile; se non efficaci, ritardare ulteriori tentativi fino a quando la temperatura interna è >30°C. • 30-35°C: adrenalina EV/IO ogni 8 min (6-10 min), seconda dose di amiodarone EV/IO dopo 8 min, normale intervallo di defibrillazione (ogni 2 min). • >35°C: algoritmo normale. • Valutare il trasporto in un centro attrezzato per il supporto vitale extracorporeo.

	<p>Ipertermia Anamnesi/contesto e temperatura interna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • >32°C: riscaldare utilizzando metodi di riscaldamento esterni (è improbabile che l'ipotermia sia la causa primaria dell'arresto cardiaco). • <32°C: utilizzare metodi di riscaldamento attivo esterni e interni, comprese tecniche extracorporee. <p>Raffreddamento esterno. Se indotta da farmaci, prendere in considerazione antidoti o altri trattamenti.</p>
Tromboembolia	Anamnesi (bambini con cateteri venosi centrali a lunga permanenza, patologie cardiache, neoplasie, trauma recente, intervento chirurgico recente) e POCUS.	Considerare la trombolisi endovenosa.
Pneumotorace iperTeso	Anamnesi (trauma, ventilazione a pressione positiva, grave esacerbazione acuta dell'asma) Esame clinico per verificare la simmetria dell'ingresso aereo e POCUS.	Toracentesi con ago / toracostomia (trauma).
Tamponamento cardiaco	Anamnesi (chirurgia cardiaca, trauma toracico penetrante, pericardite virale acuta) e POCUS.	Pericardiocentesi /toracotomia (trauma).
Agenti Tossici	Anamnesi. ECG pre-arresto, emogasanalisi, elettroliti.	Provvedimenti specifici (sicurezza, antidoti, decontaminazione, eliminazione potenziata). Considerare l'ERCP.

L'ARRESTO CARDIACO E LA SUA PREVENZIONE IN CIRCOSTANZE SPECIALI

Le raccomandazioni contenute in questa sezione sono rivolte principalmente agli operatori sanitari.

Anafilassi

- Identificare e trattare l'anafilassi appena possibile per prevenire l'arresto cardiaco: essa si manifesta tipicamente con l'insorgenza acuta di sintomi cutanei, respiratori, circolatori e/o gastrointestinali gravi.
- Interrompere la somministrazione di qualsiasi potenziale allergene, se possibile.
- Somministrare immediatamente 0,01 mg/kg = 10 mcg/kg (max. 0,5 mg) di adrenalina (1 mg/ml) per via *intramuscolare* (IM) nella faccia antero-laterale della coscia.
- In pratica, è possibile utilizzare le seguenti dosi di adrenalina in base all'età del bambino:
 - 0,15 mg tra 1 e 5 anni,
 - 0,3 mg tra 6 e 12 anni e
 - 0,5 mg oltre i 12 anni.
 È possibile utilizzare anche un autoiniettore dal dosaggio adeguato all'età.
- Ripetere la stessa dose di adrenalina IM ogni 5 minuti se i sintomi persistono.
- Valutare e stabilizzare ABCDE; posizionare il bambino in base alle problematiche riscontrate (supino in caso di shock, ma la posizione seduta può ottimizzare gli sforzi respiratori). Rivalutare frequentemente ABCDE.
- Somministrare ossigeno al 100% ai bambini con distress respiratorio e a quelli che necessitano di più di una dose di adrenalina.
- Prendere in considerazione l'intubazione tracheale precoce in caso di compromissione respiratoria e in previsione di edema delle vie aeree. La gestione delle vie aeree può essere difficoltosa ed è obbligatorio coinvolgere precocemente un medico esperto.
- Posizionare un accesso venoso e somministrare cristalloidi 10 ml/kg secondo necessità per trattare lo shock.
- Somministrare beta-2 agonisti a breve durata d'azione per via inalatoria per il broncospasmo, *in aggiunta* all'adrenalina intramuscolare.
- Dopo il trattamento, tenere il bambino sotto osservazione per almeno 6-12 ore.
- Quando la reazione iniziale è sotto controllo, prendere in considerazione la somministrazione di farmaci di seconda linea, come gli antistaminici (per i sintomi cutanei) e gli steroidi (solo in caso di asma concomitante).
- Chiedere il supporto di un esperto (ad es. un intensivista pediatrico) se il bambino presenta sintomi persistenti e necessita di più di due dosi di adrenalina.
- Cercare di identificare l'allergene e prelevare campioni ematici per l'analisi della triptasi sierica.

Arresto cardiaco traumatico

- Identificare e trattare le cause reversibili per prevenire l'arresto cardiaco.
- Assicurare una efficace collaborazione tra i membri del team.
- *Raccomandazioni aggiuntive per il PBLIS in caso di arresto cardiaco traumatico:*
 - Seguire l'algoritmo standard, iniziare aprendo le vie aeree ed eseguendo le ventilazioni di soccorso.
 - Gli operatori competenti devono aprire le vie aeree con la manovra di sublussazione della mandibola, riducendo al minimo i movimenti del rachide cervicale, senza però che questo ostacoli la RCP.
 - Interrompere immediatamente le emorragie esterne copiose mediante compressione manuale, medicazione emostatica o laccio emostatico.
 - Utilizzare un DAE solo se esiste un'elevata probabilità di un ritmo defibrillabile (ad esempio in seguito a folgorazione).

PALS nel trauma:

- I soccorritori professionisti devono ricercare e trattare le cause reversibili. Utilizzare l'acronimo "**HOTT**" per identificare le cause reversibili: **H**ypotension (ipotensione), **O**xygenation (ossigenazione - ipossia), **T**ension pneumothorax (pneumotorace iperteso) e cardiac **T**amponade (tamponamento cardiaco). In caso di arresto

cardiaco, il trattamento delle cause reversibili ha la priorità o deve essere eseguito contemporaneamente alle compressioni toraciche e alla somministrazione di adrenalina EV/IO.

- Utilizzare il POCUS, se disponibile, per diagnosticare le cause reversibili.
- La sequenza ottimale di azioni dipenderà dal contesto e dal numero di soccorritori, ma occorre:
 - Correggere l'ipossia. Aprire le vie aeree utilizzando la manovra di sublussazione della mandibola e ridurre al minimo i movimenti del rachide, senza ostacolare la RCP. Assicurare una ventilazione adeguata e intubare il bambino non appena sono disponibili le competenze e l'equipaggiamento necessari. Posizionare un dispositivo sovraglottico se l'intubazione non è possibile.
 - Correggere l'ipovolemia mediante infusione di fluidi, compreso l'uso precoce di emoderivati in caso di shock emorragico.
 - Decomprimere un sospetto pneumotorace iperteso mediante una toracostomia digitale bilaterale prima di posizionare il drenaggio toracico.
 - Eseguire una toracotomia rianimatoria, se competenti, in caso di tamponamento cardiaco. In alternativa eseguire una pericardiocentesi tramite una mini-toracotomia o inserire un drenaggio di grosso calibro, preferibilmente sotto guida ecografica.
- Collegare direttamente un DAE se esiste un'elevata probabilità di un ritmo sottostante defibrillabile, ad esempio in seguito a folgorazione o contusione cardiaca. Altrimenti, la HOTT ha la priorità rispetto al DAE.
- Considerare una toracotomia rianimatoria (ad es. in caso di trauma toracico penetrante) a condizione che siano disponibili le competenze, l'equipaggiamento e i sistemi necessari.
- Una rianimazione di alta qualità rappresenta il trattamento standard in caso di arresto cardiaco dovuto a una causa medica concomitante al trauma o a un'etiologia non ipovolemica e non ostruttiva (ad es. trauma cranico isolato, contusione cardiaca o asfissia) o dovuto a folgorazione.

Annegamento

- Trattare tempestivamente l'ipossia e l'insufficienza respiratoria per prevenire l'arresto cardiaco conseguente ad annegamento.
- Gestire l'arresto cardiaco da annegamento seguendo l'algoritmo standard PALS, con particolare attenzione a trattare l'ipossia e l'ipotermia.
- Togliere il bambino dall'acqua il più rapidamente e nel modo più sicuro possibile.
- Non entrare in acqua a meno che non si sia addestrati al recupero di persone dall'acqua.
- Cercare di raggiungere il bambino dalla terraferma e fornirgli un dispositivo di galleggiamento come un salvagente o altra attrezzatura di soccorso.
- Se il bambino è incosciente e non respira, iniziare la ventilazione in acqua se si è addestrati a farlo e si dispone di un dispositivo di galleggiamento.
- Iniziare il PBLIS standard con 5 ventilazioni di soccorso non appena è possibile farlo in sicurezza (ad esempio a terra o su una barca).
- Somministrare ossigeno al 100% non appena disponibile. Intubare il bambino se si dispone delle competenze e dell'equipaggiamento necessario.
- Collegare un DAE dopo aver asciugato il torace. La RCP ininterrotta e l'ossigenazione hanno la priorità rispetto al DAE.
- Valutare ABCDE e stabilizzare il bambino se non è in arresto cardiaco. Prevenire l'arresto cardiaco identificando e trattando l'insufficienza respiratoria e l'ipotermia.
- Riscaldare immediatamente il bambino se è ipotermico, durante la stabilizzazione. Se il bambino non è in arresto cardiaco, trattare l'ipotermia come segue:
 - Monitorare la temperatura corporea con un termometro adatto alle basse temperature. Mettere il bambino con delicatezza in posizione orizzontale per ridurre il rischio di arresto cardiaco (in particolare da FV).

- Iniziare il riscaldamento se la temperatura è inferiore a 35°C e riscaldare ad una velocità di almeno 1°C/h. Puntare alla normotermia, ma interrompere il riscaldamento attivo quando la temperatura raggiunge i 35°C per evitare un rebound ipertermico.
- Applicare mezzi di riscaldamento attivo esterno (ad es. impacchi caldi) posizionandoli sul tronco (torace, addome, dorso, ascelle), non sulle estremità. Utilizzare, se disponibili, coperte ad aria calda, lampada radiante, coperte riscaldate o impacchi caldi, seguendo le istruzioni del produttore.
- Non posizionare dispositivi riscaldanti direttamente sulla cute per evitare ustioni. Evitare di strofinare e massaggiare le estremità.
- Non utilizzare docce calde o immersioni in acqua calda per riscaldare un bambino con un livello di coscienza ridotto.
- Somministrare ossigeno al 100% riscaldato e umidificato. Infondere fluidi EV/IO riscaldati (39-42°C) per prevenire un'ulteriore perdita di calore e compensare la vasodilatazione che si verifica durante il riscaldamento, ma evitare il sovraccarico di liquidi mettendo in atto un attento monitoraggio emodinamico.
- Ricercare ed eventualmente trattare una possibile causa che potrebbe aver provocato l'annegamento (ad esempio aritmia, epilessia, intossicazione o trauma).
- Controllare la glicemia e gli elettroliti.
- Seguire l'algoritmo PALS modificato per l'arresto ipotermico in caso di arresto cardiaco (vedere sotto).

Arresto cardiaco ipotermico

- Adottare un approccio individualizzato in base alla causa dell'arresto cardiaco: ipotermia accidentale o altre possibili cause quali annegamento, soffocamento, intossicazione.
- Iniziare la RCP standard appena possibile in ogni caso di arresto cardiaco ipotermico (ad esempio prima del completo recupero da una valanga o dall'acqua).
- Se la RCP standard non è possibile e il bambino è in stato di ipotermia profonda (<28°), prendere in considerazione una RCP ritardata o intermittente.
- Modificare l'algoritmo PALS standard in base alla temperatura corporea interna. Se non è possibile misurare la temperatura interna, essa può essere stimata utilizzando il "Revised Swiss Staging for Hypothermia".
- Iniziare a riscaldare il bambino il più rapidamente possibile, monitorando la temperatura interna non appena ciò è fattibile.
- Al di sotto dei 30°C somministrare una sola dose di adrenalina, a meno che non si preveda di avviare immediatamente un supporto extracorporeo. Non somministrare amiodarone fino a quando la temperatura non supera i 30°C. Prolungare gli intervalli tra le somministrazioni dei farmaci della rianimazione se la temperatura interna è compresa tra 30 e 35°C (ad esempio, adrenalina ogni 8 minuti, seconda dose di amiodarone dopo 8 minuti).
- Se è presente un ritmo defibrillabile, tentare la defibrillazione per un massimo di 3 volte finché la temperatura resta al di sotto dei 30°C. Se le defibrillazioni non sono efficaci, ritardare ulteriori tentativi fino a quando la temperatura interna supera i 30°C, dopo di che si possono utilizzare gli intervalli standard di defibrillazione (ogni due minuti).
- Trasportare il più rapidamente possibile un bambino che si ritiene possa avere un esito favorevole dopo arresto cardiaco ipotermico in un centro in grado di eseguire un supporto vitale extracorporeo.
- Il supporto vitale extracorporeo è potenzialmente indicato in tutti i bambini con arresto cardiaco ipotermico in cui non si riesce ad ottenere il ROSC sulla scena.
- I pazienti ipotermici a rischio di arresto cardiaco imminente (ad esempio con un livello di coscienza P o U della scala AVPU, con trauma associato, aritmia ventricolare o ipotensione) devono essere trasportati in un centro attrezzato per il supporto vitale extracorporeo.
- Interrompere la rianimazione se il ROSC non viene raggiunto entro 30 minuti nei casi in cui l'arresto cardiaco ipotermico sia dovuto a trauma o asfissia (ad esempio seppellimento da valanga per >60 minuti, temperatura corporea interna $\geq 30^{\circ}\text{C}$ e vie aeree ostruite).

Ipertermia/colpo di calore

- Identificare appena possibile i pazienti affetti da ipertermia da sforzo o ambientale o da colpo di calore (temperatura corporea interna superiore a 40°C, non dovuta a febbre). Verificare la presenza di temperatura corporea elevata associata a confusione, agitazione o disorientamento che possono progredire fino al coma e/o alle convulsioni.
- Allontanare il bambino dalla fonte di calore e/o interrompere l'attività fisica e allentare o rimuovere gli indumenti.
- Se la temperatura è superiore a 40°C, iniziare a raffreddare in modo aggressivo, preferibilmente immergendo il bambino fino al collo in acqua fredda.
- Attivare il Servizio di Emergenza Medica Territoriale contemporaneamente all'inizio del raffreddamento.
- Monitorare la temperatura interna per evitare un raffreddamento eccessivo. Cercare di ridurre la temperatura corporea di circa 0,1-0,2°C al minuto. Se non è possibile misurare la temperatura interna, raffreddare per 15 minuti o fino alla scomparsa dei sintomi neurologici.
- Idratare per via orale, se possibile, o per via endovenosa. Somministrare fluidi endovenosi a temperatura ambiente come coadiuvante al raffreddamento ed evitare il sovraccarico di liquidi.
- Monitorare i sintomi e i segni vitali, compreso il livello di coscienza.
- Avviare le manovre rianimatorie in caso di collasso cardiocircolatorio (spesso intorno ai 41°C) e seguire l'algoritmo PALS standard, continuando contemporaneamente il raffreddamento.
- Interrompere il raffreddamento aggressivo (ad es. immersione in acqua fredda) quando la temperatura interna raggiunge i 39°C. Interrompere ogni raffreddamento attivo a 38°C, ma continuare a monitorare la temperatura interna.
- Stabilizzare il bambino seguendo l'approccio strutturato ABCDE.
- Tutti i bambini con colpo di calore devono essere ricoverati in un'unità di Terapia Intensiva Pediatrica per un monitoraggio continuo, per la possibile insorgenza di complicanze e sequele.
- In caso di ipertermia maligna, interrompere immediatamente tutti i potenziali agenti scatenanti (ad es. anestetici), raffreddare attivamente il bambino, garantire un'adeguata ossigenazione e ventilazione, correggere l'acidosi grave e l'iperkaliemia e somministrare dantrolene.

Pneumotorace iperteso

- Sospettare uno pneumotorace iperteso soprattutto in caso di trauma, dopo posizionamento di un catetere venoso centrale o durante la ventilazione a pressione positiva.
- Utilizzare i segni clinici per diagnosticare uno pneumotorace iperteso. Il POCUS è utile ma non necessario per formulare la diagnosi.
- Eseguire una toracentesi con ago a livello del 4° o 5° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore o del 2° spazio intercostale sulla linea emiclaveare; successivamente inserire un drenaggio toracico definitivo, solitamente a livello ascellare.
- In caso di trauma, eseguire una toracostomia digitale nel 4° o 5° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore, seguita dall'inserimento di un drenaggio toracico in emergenza.
- Eseguire una toracostomia bilaterale in caso di arresto cardiaco traumatico con o senza segni di pneumotorace iperteso.

Tamponamento cardiaco

- Utilizzare i segni clinici e il POCUS per riconoscere il tamponamento cardiaco, che è più comune dopo un intervento cardiocirurgico, in caso di trauma toracico penetrante o in corso di alcune malattie virali.
- Eseguire una pericardiocentesi urgente, una mini-toracotomia, una toracotomia rianimatoria o una re-sternotomia a seconda del contesto e delle competenze disponibili.

Tromboembolia polmonare

- Sospettare un'embolia polmonare in caso di tachicardia, tachipnea e ipossia, specialmente nei bambini con cateteri venosi centrali, patologie cardiache, neoplasie, edema unilaterale di un arto, traumi/interventi chirurgici recenti, tromboembolia pregressa, anemia e/o leucocitosi.
- Considerare l'ecocardiografia se è disponibile personale competente nella sua esecuzione (ad es. un cardiologo pediatrico).
- Per la terapia trombolitica fare riferimento ai protocolli locali e richiedere l'assistenza di un esperto. Prendere in considerazione la somministrazione sistemica o tramite catetere dei farmaci trombolitici, che è più efficace dell'anticoagulazione sistemica.
- Considerare il supporto vitale extracorporeo e l'embolectomia chirurgica quando la trombolisi non ha successo o il bambino progredisce verso l'arresto cardiaco.
- In caso di arresto cardiaco dovuto a tromboembolia polmonare, prendere in considerazione la trombolisi, ad esempio con alteplase EV 0,3-0,5 mg/kg (max 50 mg) in 2 minuti, ripetibile dopo 15 minuti.

Agenti tossici

Prevenzione dell'arresto cardiaco

- Supportare le funzioni vitali seguendo l'approccio ABCDE per prevenire l'arresto cardiorespiratorio, in attesa dell'eliminazione dell'agente tossico. Ricercare eventuali segni di trauma non accidentale.
- Gestire precocemente le vie aeree in modo avanzato in caso di diminuzione del livello di coscienza.
- Somministrare boli endovenosi da 10 ml/kg di cristalloidi isotonici per trattare l'ipotensione. Se essa persiste, può essere necessaria un'infusione continua di noradrenalina.
- Eseguire un ECG a 12 derivazioni in caso di avvelenamento da particolari sostanze quali i farmaci antipsicotici, la 3,4-metilendiossimetamfetamina (MDMA) e altre anfetamine, o in bambini con alterazione dello stato di coscienza, della frequenza cardiaca o della pressione arteriosa. Cardiovertire le tachiaritmie potenzialmente letali.
- Prelevare campioni ematici per l'analisi degli elettroliti, della glicemia e per l'emogasanalisi e correggere eventuali anomalie. Prelevare sangue e urine per l'analisi tossicologica.
- Verificare e correggere l'ipertermia (ecstasy, cocaina, salicilati) o l'ipotermia (etanolo, barbiturici).
- Raccogliere un'anamnesi completa (famiglia, amici, personale dei Servizi di Emergenza Territoriale) ed eseguire un esame fisico completo per identificare eventuali indizi diagnostici (ad es. odore, segni di punture di ago, pupille, residui di compresse).
- Somministrare gli antidoti, se disponibili.
- Consultare un Centro Antiveneni regionale o nazionale per informazioni sul trattamento.

Arresto cardiaco

- Anche se si tratta di un evento infrequente, sospettare la presenza di agenti tossici come causa di arresto cardiaco dopo aver escluso le cause più comuni.
- Seguire gli algoritmi PBLs e PALS standard.
- Non praticare la ventilazione bocca a bocca in presenza di sostanze chimiche quali cianuro, acido solfidrico, sostanze corrosive o organofosforici.
- Escludere tutte le cause reversibili di arresto cardiaco, comprese le turbe elettrolitiche che possono essere causate indirettamente da un agente tossico.
- Essere pronti a continuare la rianimazione per un periodo prolungato, mentre la concentrazione dell'agente tossico diminuisce.
- Consultare un Centro Antiveneni regionale o nazionale per informazioni sul trattamento.
- Prendere in considerazione l'ERCp in pazienti selezionati quando la RCP convenzionale non ha successo.

Iperkaliemia

- Sospettare una iperkaliemia nei bambini con emolisi massiva (neonati), lisi cellulare (sindrome da lisi tumorale, sindrome da schiacciamento), in caso di insufficienza renale acuta o cronica, ipertermia maligna o specifiche intossicazioni.
- Se si riscontra una iperkaliemia, interrompere immediatamente ogni apporto esogeno di potassio, compresi i liquidi contenenti potassio. Se sono necessari fluidi, utilizzare la soluzione fisiologica.
- Se si conferma una grave iperkaliemia ($>6,5$ mmol/L o $>7,0$ mmol/L nei neonati di età inferiore a 96 ore):
 - se possibile, trattare la causa sottostante;
 - somministrare insulina ad azione rapida 0,1 U/kg (max. 10 U) in associazione a glucosio al 10% 5 ml/kg (max. 250 ml) in 30 minuti, seguito da un'infusione contenente glucosio. Controllare il potassio e il glucosio ogni 15 minuti per 4 ore;
 - somministrare agonisti beta₂-adrenergici a breve durata d'azione, preferibilmente per inalazione/nebulizzazione (ad es. salbutamolo 2,5-5 mg, ripetibile fino a 5 volte);
 - se la somministrazione per via inalatoria non è possibile, somministrare agonisti beta₂-adrenergici a breve durata d'azione per via endovenosa (ad es. salbutamolo 5 mcg/kg in 5 minuti). Ripetere se entro 15 minuti non si riscontra un effetto sufficiente, fino a una dose totale massima di 15 mcg/kg;
 - nei pazienti con anomalie della conduzione all'ECG, prendere in considerazione il calcio gluconato al 10%, 0,5 ml/kg, max. 20 ml;
 - attuare una strategia di rimozione del potassio (ad es. agenti chelanti, furosemide in bambini ben idratati e con funzione renale conservata, dialisi).
- Per l'arresto cardiaco causato da iperkaliemia grave (di solito superiore a 6,5-7 mmol/L):
 - somministrare 0,1 unità/kg di insulina ad azione rapida (max 10 unità) con 5 ml/kg di glucosio al 10% (max 250 ml) in bolo endovenoso, seguito dal monitoraggio del potassio e del glucosio ematici e da un'infusione contenente glucosio secondo necessità. È possibile utilizzare soluzioni di glucosio a concentrazioni più elevate, da infondere attraverso un catetere venoso centrale (ad es. 2,5 ml/kg di glucosio al 20% o 1 ml/kg di glucosio al 50%);
 - non somministrare calcio ai bambini in arresto cardiaco;
 - continuare con una RCP di alta qualità secondo l'algoritmo PALS e prendere in considerazione l'ERCP.

Altri disturbi metabolici

- Ipokaliemia: in bambini con ipokaliemia grave (2,5 mmol/L) con sintomi potenzialmente letali o in arresto cardiaco, somministrare 1 mmol/kg (max 30 mmol) di potassio ad una velocità di 2 mmol/min per 10 minuti, seguito dal resto della dose (se necessario) in 5-10 minuti. Ripetere, se necessario, fino a quando il potassio sierico è $>2,5$ mmol/L. Successivamente iniziare un'infusione continua endovenosa (ad es. 0,5-1 mmol/kg/h, massimo 20 mmol/h, a seconda del livello di potassio per 1-2 ore). Considerare la somministrazione di solfato di magnesio 30–50 mg/kg per via endovenosa in caso di ipomagnesemia concomitante.
- Ipoglicemia: trattare l'ipoglicemia $<3,9$ mmol/L (70 mg/dl) con sintomi, o $<3,0$ mmol/L (55 mg/dl) se asintomatica. Somministrare un bolo di 0,2 g/kg di glucosio (ad es. 2 ml/kg di glucosio al 10%) e ricontrollare la glicemia dopo 5-10 minuti. Ripetere se necessario.
- In altri disturbi metabolici (ipocalcemia, ipercalcemia, ipomagnesemia, ipermagnesemia): correggere il disturbo metabolico durante l'arresto cardiaco, continuando una RCP di alta qualità. Considerare il supporto vitale extracorporeo.

Arresto cardiaco in bambini con cardiopatia congenita

- Seguire l'algoritmo PALS standard, tenendo presente le considerazioni aggiuntive relative all'ipertensione polmonare, all'ostruzione di uno shunt sistemico-polmonare o alla possibilità che il bambino sia collegato a un monitor defibrillatore e presenti un ritmo defibrillabile testimoniato.

Ipertensione polmonare

- Sospettare un'ipertensione polmonare nei bambini con cardiopatia congenita o malattia polmonare cronica, ma anche come patologia primitiva.
- Anticipare e prevenire le crisi di ipertensione polmonare, evitando fattori scatenanti quali dolore, ansia, aspirazioni eccessive attraverso il tubo tracheale, ipossia, ipercapnia e acidosi metabolica.
- Trattare le crisi di ipertensione polmonare con un'alta concentrazione di ossigeno, ventilazione adeguata, analgesia e sedazione e, se necessario, miorisoluzione.
- Ricercare e trattare altre possibili cause reversibili di aumento delle resistenze vascolari polmonari: interruzione involontaria della terapia anti-ipertensiva polmonare, aritmia, tamponamento cardiaco o tossicità farmacologica.
- Considerare la terapia con inotropi e/o vasopressori per evitare o trattare l'ischemia ventricolare destra causata da ipotensione sistemica.
- Ulteriori terapie, indicate se la crisi non si risolve rapidamente o in caso di arresto cardiaco, sono l'ossido nitrico per via inalatoria (iNO) e/o la prostaciclina per via endovenosa.
- Considerare l'ERCP se la terapia medica è inefficace.

Arresto cardiaco dovuto all'ostruzione di uno shunt sistemico-polmonare

- Nei bambini con shunt aorto-polmonare o stent per dotto arterioso pervio, sospettare come causa di arresto cardiaco un'ostruzione acuta dovuta a trombosi o a kinking meccanico delle connessioni tra la circolazione sistemica e quella polmonare.
- Somministrare ossigeno al 100% per massimizzare l'ossigenazione alveolare.
- Prendere in considerazione una possibile ipovolemia e trattarla con fluidi EV o IO, se necessario.
- Garantire una pressione arteriosa sistemica adeguata a ottimizzare lo shunt e la pressione di perfusione coronarica, utilizzando agenti vasoattivi e inotropi.
- Garantire un'adeguata anticoagulazione, ad esempio con un bolo di eparina 50-100 U/kg, seguito da un'infusione continua titolata.
- Richiedere immediatamente l'aiuto di un esperto e prendere in considerazione un cateterismo cardiaco interventistico o la chirurgia. Nell'immediato periodo post-operatorio, una re-sternotomia urgente può migliorare la perfusione dello shunt.

Arresto cardiaco in un bambino monitorato con ECG e collegato a un defibrillatore, con ritmo defibrillabile testimoniato

- Non appena viene rilevato un ritmo defibrillabile, somministrare fino a tre shock in rapida successione (tripletta), utilizzando la dose di energia standard per il peso del bambino.
- Ricaricare il defibrillatore e controllare rapidamente se vi sono cambiamenti del ritmo e segni vitali dopo ogni tentativo di defibrillazione: se necessario, erogare immediatamente un ulteriore shock.
- Iniziare le compressioni toraciche e somministrare amiodarone se il terzo tentativo di defibrillazione non ha avuto successo e continuare la RCP per 2 minuti.
- Somministrare adrenalina dopo 4 minuti.
- La rianimazione successiva segue la sequenza di azioni standard, ovvero erogare una singola scarica ogni 2 minuti, adrenalina ogni 4 minuti e una seconda dose di amiodarone dopo il quinto shock.

Arresto cardiaco in sala operatoria

- Chiarire i ruoli e le procedure durante il briefing del team prima dei casi ad alto rischio, per consentire un intervento coordinato in caso di arresto cardiaco.
- Trattare in modo aggressivo le condizioni pre-arresto come l'ipossia e l'ipotensione. Ventilare con ossigeno al 100% e somministrare fluidi endovenosi e agenti vasoattivi.
- Riconoscere tempestivamente l'arresto cardiaco attraverso un monitoraggio continuo e un alto indice di sospetto, in particolare durante la gestione delle vie aeree difficili e in caso di emorragia massiva.

- Iniziare le compressioni toraciche se si verifica improvvisamente una bradicardia estrema o un'ipotensione (<5° percentile per età) nonostante gli interventi, oppure se la capnografia a forma d'onda diminuisce improvvisamente.
- Informare tutto il team di sala operatoria dell'arresto cardiaco.
- Chiedere aiuto e richiedere il defibrillatore.
- Ottimizzare la posizione del bambino e l'altezza del tavolo operatorio in modo da facilitare compressioni toraciche di alta qualità.
- Assicurarsi che le vie aeree siano in sicurezza, controllare il tracciato ETCO₂ e garantire una ventilazione efficace con ossigeno al 100%.
- Seguire l'algoritmo PALS standard e concentrarsi inizialmente sulle cause reversibili più probabili: ipovolemia (emorragia, anafilassi), ipossia, pneumotorace iperteso, trombosi (embolia polmonare) e agenti tossici (farmaci).
- Utilizzare il POCUS, quando gli strumenti e le competenze sono disponibili, per aiutare a identificare la causa e guidare la rianimazione, a condizione che ciò non comprometta la qualità della RCP.
- Considerare anche situazioni specifiche della sala operatoria quali: embolia gassosa, bradicardia da blocchi nervosi assiali, ipertermia maligna, sovradosaggio di anestetici locali ed errori farmacologici.
- Per i bambini ipotesici e/o bradicardici in stato di pre-arresto, somministrare inizialmente piccole dosi incrementali di adrenalina per via endovenosa (ad es. 1-2 mcg/kg EV). Se il bambino progredisce verso l'arresto cardiaco, somministrare adrenalina secondo l'algoritmo PALS standard.
- Se sono disponibili le strutture e le competenze necessarie e la RCP convenzionale non ha successo, prendere in considerazione precocemente l'ERCP oppure in alternativa le compressioni cardiache a torace aperto se l'ERCP non è disponibile.

TRATTAMENTO POST-RIANIMATORIO

Il trattamento post-rianimatorio inizia immediatamente dopo aver ottenuto il ripristino della circolazione spontanea (ROSC).

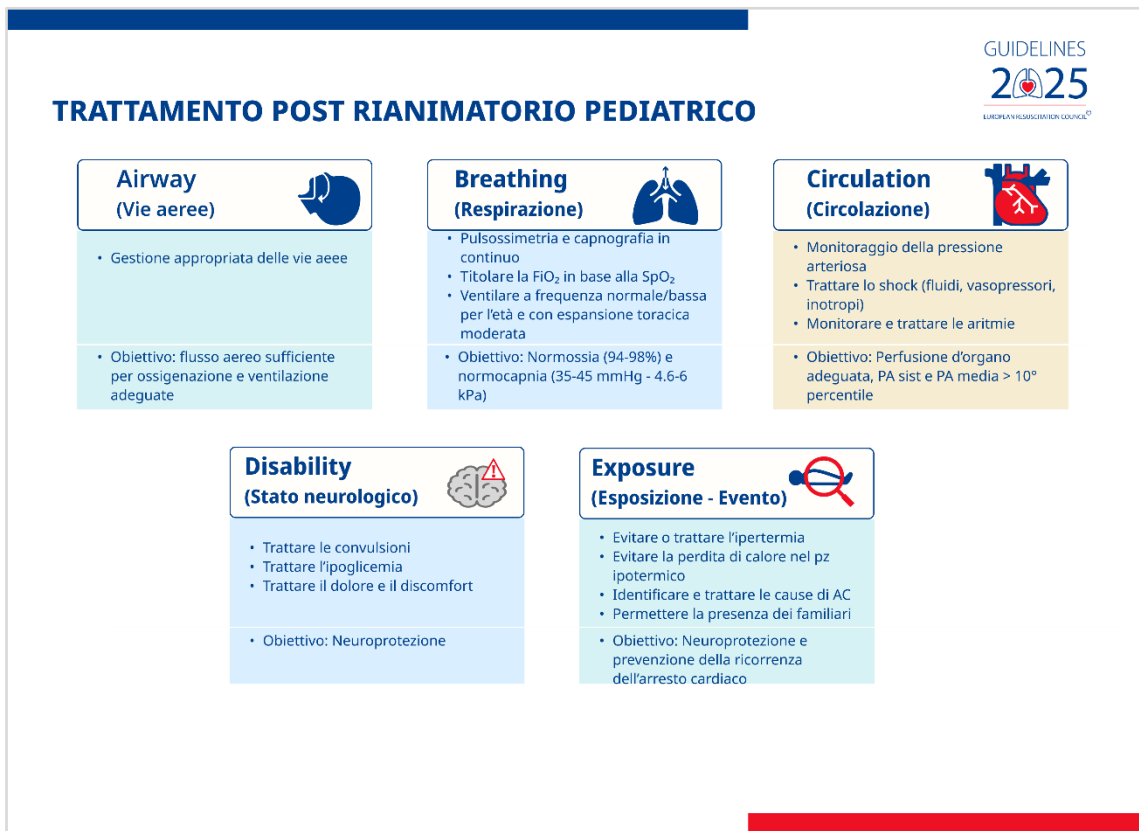


Figura 20 – Trattamento post rianimatorio pediatrico immediato

Raccomandazioni per gli operatori sanitari in ambito pre-ospedaliero e in contesti con risorse limitate (Figura 20).

- I principi generali dell'ABCDE descritti nella sezione sulla prevenzione dell'arresto cardiaco si applicano anche al trattamento post-rianimatorio.
- Garantire un'adeguata ossigenazione e ventilazione.
- Intubare il bambino solo se si è competenti e si ha a disposizione l'equipaggiamento necessario per poterlo fare in sicurezza.
- Utilizzare sempre farmaci sedativi, analgesici e miorilassanti per l'intubazione, a meno che il bambino non sia in stato di coma profondo (GCS 3). Somministrare ossigeno al 100% durante l'intubazione.
- Monitorare l'ETCO₂ in continuo se è stato posizionato un presidio per la gestione avanzata delle vie aeree.
- Titolare la FiO₂ in modo da ottenere una saturazione periferica di ossigeno di 94-98% non appena sia disponibile una misurazione affidabile. Se è possibile eseguire un'emogasanalisi, mirare alla normossimìa.
- In assenza di un'emogasanalisi, cercare di mantenere una frequenza respiratoria normale per l'età del bambino e di ottenere un'espansione del torace non eccessiva.
- Monitorare la capnografia e mirare alla normocapnia. Quando è disponibile un'emogasanalisi, confermare la normocapnia.
- Utilizzare volumi correnti di 6-8 ml/kg di peso corporeo ideale e una PEEP di 5 cm di H₂O per la ventilazione meccanica in bambini precedentemente sani.

- Utilizzare le pressioni di ventilazione minime che consentono di raggiungere gli obiettivi di ossigenazione e ventilazione, adattandoli in circostanze particolari (ad es. malattia polmonare cronica).
- Verificare la presenza di segni di shock e trattarlo immediatamente se presente. Trattare lo shock con fluidi, farmaci vasoattivi o inotropi o entrambi i provvedimenti.
- Cercare di mantenere una pressione arteriosa sistolica e media al di sopra del 10° percentile per l'età del bambino.
- Trattare immediatamente le convulsioni se si manifestano.
- Controllare la glicemia dopo l'arresto cardiaco e trattare l'ipoglicemia.
- Utilizzare analgesici e sedativi per trattare il dolore e il discomfort dopo un arresto cardiaco nei bambini di tutte le età. Evitare farmaci in bolo che possono causare diminuzione o aumento improvviso della pressione arteriosa.
- Trattare sempre l'iperpiressia o la febbre mediante raffreddamento attivo.
- Cercare di stabilire la causa dell'arresto cardiaco e trattarla per evitare la ricorrenza dell'arresto.
- Consentire la presenza dei genitori o dei caregivers durante il trattamento pre-ospedaliero o il trasporto, ogni volta che ciò sia possibile in condizioni di sicurezza.

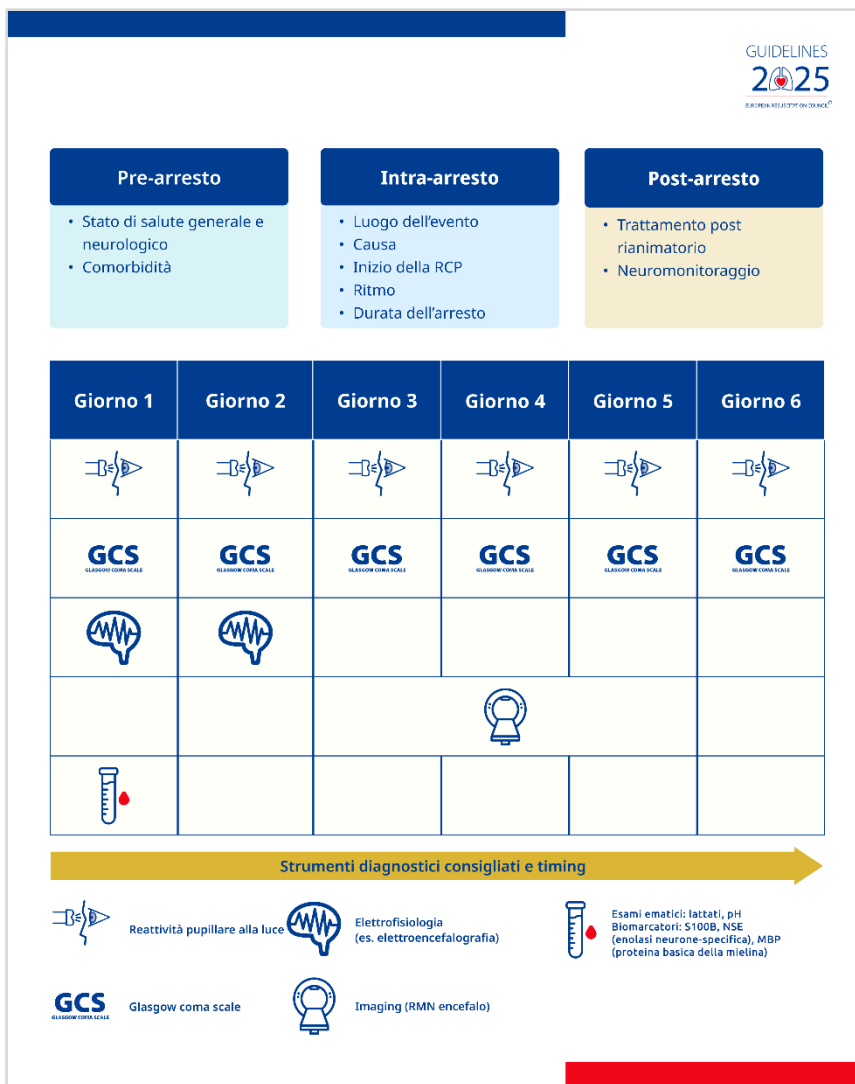


Figura 21 – Prognosi dopo arresto cardiaco pediatrico.

Disclaimer: nessuna singola modalità può essere utilizzata da sola per formulare una prognosi con elevata accuratezza. La qualità globale dell'evidenza per i singoli test è molto bassa per tutti gli esiti, principalmente a causa di un rischio molto elevato di bias.

Raccomandazioni per gli operatori sanitari in ospedale (Figura 23)

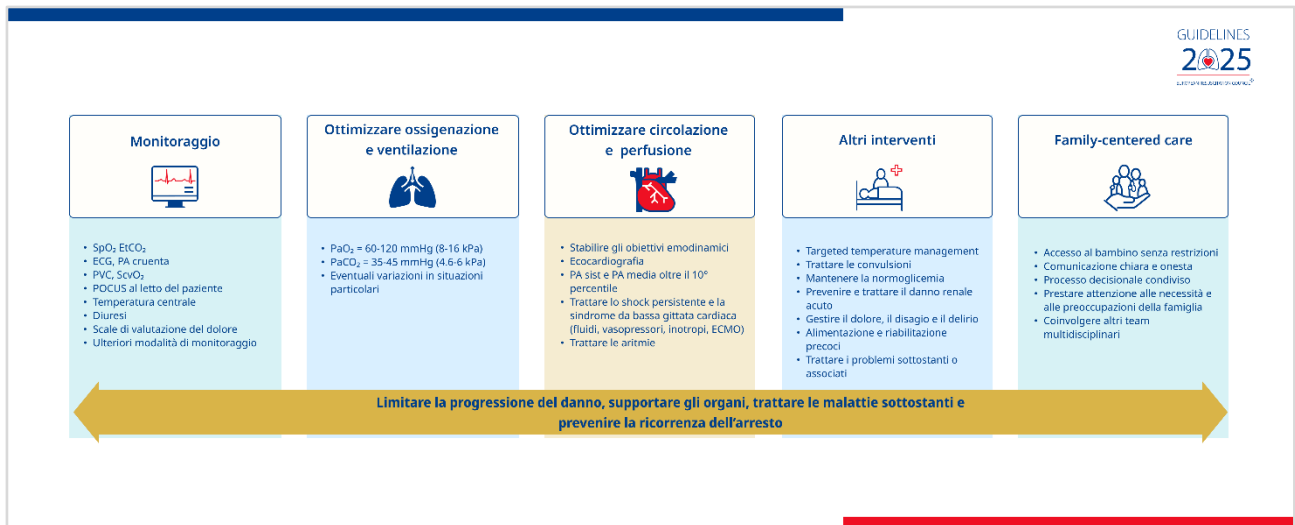


Figura 23 – Trattamento post rianimatorio intra-ospedaliero

- Durante il trattamento post-rianimatorio, utilizzare bundles di provvedimenti terapeutici e definire obiettivi specifici per il paziente piuttosto che perseguire singoli target standard. Trattare la/le patologia/e sottostante/i simultaneamente alla sindrome post-arresto cardiaco.
- Iniziare un monitoraggio invasivo della pressione arteriosa e posizionare un catetere venoso centrale per la misurazione della SvO₂ come monitoraggio minimo in tutti i bambini sedati o in coma.
- A meno che non siano necessarie modifiche in relazione alle condizioni del paziente, continuare a mirare alla normossiemia e normocapnia e mantenere la pressione arteriosa sistolica e media al di sopra del 10° percentile per almeno 24 ore dopo l'arresto cardiaco.
- Utilizzare le tecniche non invasive o invasive disponibili per diagnosticare la causa probabile dell'arresto cardiaco e per prendere decisioni individualizzate in merito alla gestione della sindrome post-arresto cardiaco.
- Diagnosticare, monitorare e trattare il dolore, il discomfort e il delirio.
- Mantenere il controllo della temperatura come parte integrante del trattamento post rianimatorio per almeno 24 ore dopo l'arresto cardiaco. Evitare la febbre per almeno 72 ore.
- Prevenire, diagnosticare e trattare il danno renale acuto o l'insufficienza renale.
- Ottimizzare l'alimentazione.
- Iniziare precocemente la riabilitazione.
- Consentire l'accesso illimitato dei familiari più prossimi al bambino, come parte di un approccio assistenziale centrato sulla famiglia. Essere sensibili alle problematiche culturali e religiose.
- Comunicare in modo chiaro e onesto con i genitori/caregivers, prestando attenzione alla loro comprensione e alle loro esigenze; il processo decisionale dovrebbe essere condiviso. Coinvolgere nella comunicazione le parti interessate (ad es. la famiglia allargata, ministri di culto religioso).
- Richiedere tempestivamente l'assistenza di team multidisciplinari specializzati (ad es. neurologi pediatrici, psicologi, specialisti di cure palliative pediatriche, assistenti sociali e, se necessario, un interprete), al fine di rispondere alle esigenze e alle preoccupazioni del bambino, dei genitori, della famiglia e degli altri caregivers.
- In caso di arresto cardiaco, ad esito infausto o meno, utilizzare un protocollo diagnostico standardizzato per identificarne la causa. Se l'arresto cardiaco può essere stato provocato da una condizione ereditaria, come alcune aritmie e cardiomiopatie, assicurarsi di sottoporre tutto il nucleo familiare a uno screening appropriato per prevenire l'arresto cardiaco in altri membri della famiglia.




PROGNOSI DOPO ARRESTO CARDIACO

- Evitare sia il falso ottimismo che il falso pessimismo e prevenire la sofferenza individuale, costi sanitari elevati, la compromissione delle capacità necessarie alla gestione della vita quotidiana e alla partecipazione alla vita sociale (istruzione, lavoro).





Raccomandazioni per gli operatori sanitari

- Nei bambini con un livello di coscienza ridotto o sedati, ritardare la prognosi per almeno 72 ore dopo un arresto cardiaco.
- Utilizzare un approccio multimodale alla prognosi. Per una prognosi accurata in merito agli esiti sia positivi che negativi sono importanti i seguenti aspetti:
 - Pre-arresto: conoscenza dello stato di salute e dello stato neurologico di base del bambino
 - Contesto dell'arresto cardiaco: ad es. luogo in cui si è verificato, BLS da parte degli astanti, ritmo cardiaco di presentazione, causa e durata dell'arresto cardiaco.
 - Assistenza post-arresto cardiaco: valutazione clinica completa integrata da rivalutazioni periodiche.
- L'insieme e la tempistica delle indagini e dei segni clinici predittori di outcome positivo differiscono da quelli che predicono esiti negativi (*Figura 24*). Nessuna singola modalità può essere utilizzata da sola per formulare una prognosi accurata.
- Utilizzare la serie minima standardizzata di modalità diagnostiche raccomandate, per una migliore comparabilità e a fini di ricerca (*Figura 21*).
- Gli ausili visivi e le presentazioni possono aiutare i genitori e i caregivers a comprendere alcuni aspetti specifici della prognosi, consentendo loro di partecipare in modo più consapevole al processo decisionale.

Elementi prognostici associati ad outcome FAVOREVOLE (a)

Elemento prognostico	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5	Giorno 6
	Reattività pupillare alla luce presente bilateralmente a \leq 12 ore					
	M \geq 4 at 6 ore					
	Fusi del sonno e attività corticale continua a \leq 24 ore	Presenza di risposta N20 nel SSEP a 24-72 ore				
				RMN encefalo normale a 4-6 giorni		
	lattato $<$ 2mmol L ⁻¹ \leq 12 ore, normale \leq 100h, enolasi neurone specifica o proteina basica della mielina					

Elementi prognostici associati ad outcome SFAVOREVOLE (b)

Elemento prognostico	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5	Giorno 6
		Reattività pupillare alla luce assente a 48 e 72 ore				
						
		Presenza di stato di male epilettico, burst suppression*, burst attenuation* o scariche periodiche generalizzate epilettiformi tra 24 e 72 ore				
		Perdita della differenziazione tra sostanza grigia e sostanza bianca alla TC encefalo a 24 ore		RMN anormale con grave danno ischemico alla mappa ADC a \geq 72 ore		
						

*nonostante bassi livelli di farmaci sedativi

Figura 24 – Modalità prognostiche associate con esito favorevole (a) e sfavorevole (b)

Disclaimer: nessuna singola modalità può essere utilizzata da sola per formulare una prognosi con elevata accuratezza. La qualità globale dell'evidenza per i singoli test è molto bassa per tutti gli esiti, principalmente a causa di un rischio molto elevato di bias.

ASSISTENZA POST DIMISSIONE

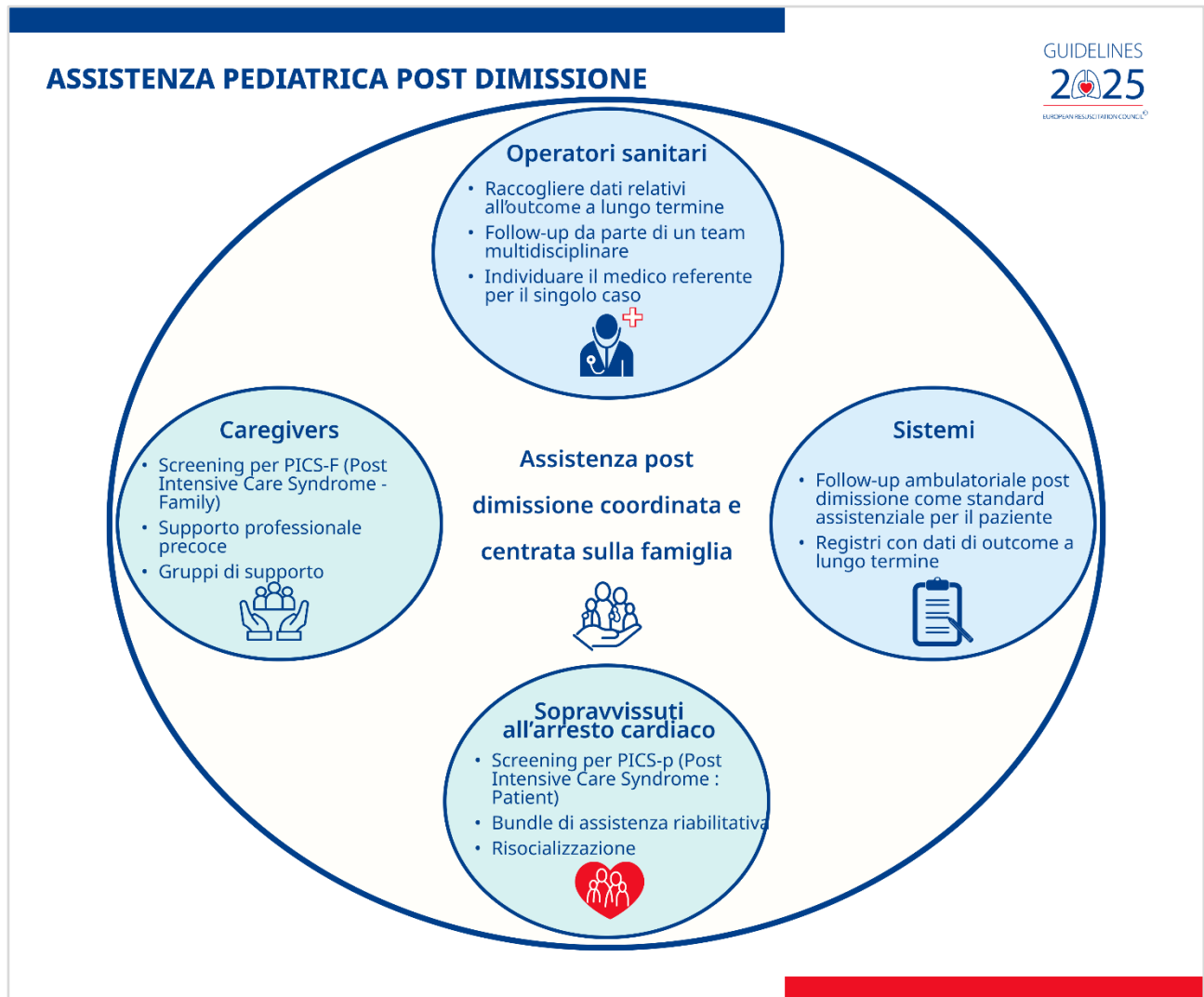


Figura 25 – Assistenza post dimissione nel paziente pediatrico

- Valutare gli esiti con parametri standardizzati, utilizzando strumenti validati; coinvolgere psicologi pediatrici, neurologi, medici di riabilitazione e/o intensivisti nell'assistenza post dimissione (Figura 25).
- Pianificare e discutere l'assistenza post dimissione con i caregivers prima della dimissione ospedaliera.
- Organizzare un'assistenza post dimissione multidisciplinare, in modo da ridurre al minimo gli accessi in ospedale del bambino e della famiglia.
- Prendere in considerazione un teleconsulto quando una visita in presenza presso un ambulatorio è difficoltosa a causa di limitazioni economiche, di viaggio o lavorative.
- Sottoporre regolarmente i pazienti, i genitori/caregivers e i familiari a screening per i sintomi della sindrome post terapia intensiva e indirizzarli a un professionista (ad es. uno psicologo) non appena insorgono problemi di salute fisica o mentale.
- Individuare e segnalare alla famiglia strutture di supporto per pazienti, genitori/caregivers, quali ad esempio gruppi di genitori, gruppi di sopravvissuti ad arresto cardiaco e gruppi di sostegno al lutto.

RACCOMANDAZIONI A LIVELLO DI SISTEMA E RACCOMANDAZIONI PER L'IMPLEMENTAZIONE

Raccomandazioni per il pubblico

- I genitori e i caregivers dovrebbero essere incoraggiati ad apprendere le nozioni di base per il riconoscimento dei segni e dei sintomi che nei bambini indicano una condizione critica dovuta a malattia o trauma, le manovre salvavita di primo soccorso e il PBLIS.
- Il PBLIS, semplici strumenti di riconoscimento delle emergenze pediatriche e le manovre salvavita di primo soccorso dovrebbero far parte della formazione anche delle persone che si occupano professionalmente di bambini (ad esempio: babysitter, insegnanti, primi soccorritori, bagnini e allenatori/istruttori di bambini e adolescenti). La priorità dovrebbe essere data alla formazione di coloro che si prendono cura di bambini a maggior rischio di eventi acuti potenzialmente letali.
- Dovrebbero essere predisposte strutture per la gestione di eventi acuti potenzialmente letali nei bambini, compresi i traumi, nei contesti in cui vi è un maggior rischio che ciò si verifichi, come eventi sportivi, piscine e altre aree di natazione libera. Tali strutture devono comprendere equipaggiamento, protocolli, sistemi e personale addestrato.
- Ai bambini che vivono vicino all'acqua dovrebbe essere insegnato a nuotare prima di poter giocare senza supervisione.
- Nei contesti in cui potrebbe verificarsi un colpo di calore, ad esempio eventi sportivi in climi caldi, dovrebbero essere disponibili attrezzature per la gestione dell'ipertermia, compreso un metodo per il raffreddamento rapido.
- Ogni bambino che ha avuto una reazione anafilattica dovrebbe portare con sé un autoiniettore di adrenalina del dosaggio appropriato, che i caregivers e il bambino stesso, se abbastanza grande, dovrebbero essere in grado di utilizzare.

Raccomandazioni per tutti i sistemi sanitari

- Tutti i sistemi che si occupano dell'assistenza sanitaria ai bambini dovrebbero porsi l'obiettivo di collegare tutti gli anelli della catena della sopravvivenza (prevenzione dell'arresto cardiaco, richiesta precoce di soccorso, PBLIS, PALS, trattamento post-rianimatorio e assistenza post-dimissione).
- Oltre alle competenze tecniche e non tecniche individuali, la gestione sicura ed efficace di un evento acuto potenzialmente letale o di un arresto cardiaco richiede una cultura istituzionale della sicurezza integrata nella pratica quotidiana attraverso la formazione continua, l'addestramento e la collaborazione multidisciplinare.
- Tutti i sistemi dovrebbero promuovere l'uso di protocolli e percorsi standardizzati per le patologie potenzialmente letali (ad esempio: arresto cardiaco, sepsi, anafilassi, stato di male epilettico) e dovrebbero valutare l'aderenza del personale al protocollo con l'obiettivo di migliorare l'assistenza.
- Tutti i sistemi che si occupano di bambini dovrebbero adottare metodi standardizzati per calcolare le dosi dei farmaci, fornire agli operatori ausili cognitivi (algoritmi, nastri, poster, applicazioni) e adottare modalità predefinite di etichettatura dei farmaci e di utilizzo dell'equipaggiamento, allo scopo di evitare errori. Tutto il personale dovrebbe essere formato di conseguenza. Gli ausili cognitivi adottati dovrebbero essere facilmente accessibili.
- Tutti i sistemi dovrebbero mirare a identificare i bambini che potrebbero essere a maggior rischio di arresto cardiaco, quali ad esempio i neonati di basso peso e prematuri, i bambini con un caso di morte improvvisa in famiglia di eziologia non chiarita, i fratelli di bambini deceduti per sindrome della morte improvvisa del lattante (SIDS) e i bambini con specifiche patologie congenite, sindromi aritmiche primarie, cardiomiopatie, canalopatie e anomalie delle arterie coronarie. I sistemi dovrebbero garantire che venga predisposto un piano per l'assistenza a questi bambini.

Raccomandazioni per i sistemi medici di emergenza e i sistemi di dispatch

- I sistemi di dispatch dovrebbero implementare istruzioni per la RCP assistita dall'operatore di Centrale Operativa specifiche per i bambini.

- Garantire una comunicazione chiara ed efficace, in modo che il personale di emergenza possa essere inviato tempestivamente ad assistere un bambino in condizioni critiche, traumatizzato o in arresto cardiaco.
- I sistemi sanitari di emergenza pre-ospedaliera dovrebbero formare tutti i professionisti al riconoscimento e alla gestione iniziale di bambini in condizioni critiche o traumatizzati, compreso il triage sul campo, allo scopo di prevenire l'arresto cardiaco.
- I sistemi sanitari di emergenza pre-ospedaliera dovrebbero formare tutti i professionisti sanitari al PBLs.
- I soccorritori sanitari che si occupano di emergenza dovrebbero essere disponibili in ogni momento, devono essere addestrati al PALS e adeguatamente equipaggiati per poter gestire un arresto cardiaco pediatrico.
- Le competenze PALS dei professionisti dell'emergenza dovrebbero includere la ventilazione con pallone e maschera, l'accesso EV/IO, la somministrazione di adrenalina, il riconoscimento dei ritmi cardiaci, l'uso di un defibrillatore/DAE e la conoscenza e comprensione degli algoritmi PBLs e PALS, compreso quello per l'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo. La formazione dovrebbe includere anche la comunicazione con i genitori/caregivers.
- I sistemi di Emergenza Medica Territoriale dovrebbero disporre di programmi di formazione prestabiliti per migliorare il mantenimento delle competenze e il lavoro di squadra. Dovrebbero sviluppare protocolli chiari e modelli di comunicazione per facilitare il trasporto dei bambini in arresto cardiaco.
- Dovrebbero essere implementati sistemi e protocolli per guidare la comunicazione tra il team pre-ospedaliero e quello ospedaliero, al fine di mettere in condizioni quest'ultimo di prepararsi a ricevere il bambino.
- Dovrebbero essere previsti sistemi e protocolli per provvedere al trasporto dei genitori/caregivers insieme al bambino, quando possibile.
- I bambini che hanno subito un arresto cardiaco devono essere trasportati in un ospedale dotato di Unità di Terapia Intensiva Pediatrica.
- Alcuni sottogruppi specifici di pazienti dovrebbero essere trasportati direttamente in una Unità di Terapia Intensiva Pediatrica in grado di mettere in atto un supporto vitale extracorporeo.
- È opportuno incoraggiare la consultazione con gli specialisti (ad esempio tramite telemedicina) nel caso vi siano dubbi relativi alla gestione o al trasporto di un bambino.

Raccomandazioni per i reparti ospedalieri e i team di rianimazione

- I reparti di Pronto Soccorso che trattano bambini devono implementare sistemi di triage specifici o adattati ai bambini e devono formare il personale al loro utilizzo. L'efficacia dei protocolli di triage deve essere monitorata e valutata.
- Gli ospedali dovrebbero formare tutti gli operatori sanitari coinvolti nella cura dei bambini (compresi quelli che li trattano solo occasionalmente) al riconoscimento e alla gestione iniziale di bambini in condizioni critiche o traumatizzati.
- Tutti gli operatori sanitari coinvolti nell'assistenza a bambini devono essere in grado di eseguire il PBLs.
- Dovrebbe essere possibile attivare personale formato a posizionare un accesso intraosseo in meno di 5 minuti.
- Utilizzare i Paediatric Early Warning Scores (PEWS) come parte di un sistema globale di risposta all'emergenza intra-ospedaliera, non come misura a sé stante.
- Ogni ospedale che si occupa di bambini dovrebbe disporre di un team di rianimazione (e/o di un team di emergenza medica) addestrato al PALS. I suoi membri dovrebbero avere ruoli prestabiliti. Tali ruoli individuali dovrebbero coprire tutti gli interventi e le competenze necessarie per rianimare un bambino efficacemente e in modo coordinato. Si dovrebbe prendere in considerazione una leadership condivisa.
- Ogni ospedale dovrebbe stabilire i requisiti formativi dei membri del team di rianimazione, al fine di migliorare il mantenimento delle competenze e il lavoro di squadra.
- Ogni ospedale dovrebbe disporre di una modalità prestabilita per attivare il team di rianimazione, che possa essere sottoposta ad audit.
- Idealmente, i membri del team di rianimazione dovrebbero incontrarsi una o due volte al giorno all'inizio di ogni turno (riunione del team) per conoscersi, definire l'assegnazione dei ruoli e discutere dei pazienti che

destano preoccupazione nell'ospedale. Ai membri del team di rianimazione dovrebbe essere concesso il tempo per un debriefing dopo eventi critici, sia per sostenere psicologicamente il personale coinvolto che per migliorare la performance del team.

- Standardizzare i carrelli dell'emergenza in tutto l'ospedale e formare il personale in merito al loro contenuto e all'utilizzo delle attrezzature. I carrelli dovrebbero essere controllati frequentemente.
- Fare in modo che anche al letto del paziente sia agevole l'accesso agli algoritmi per l'arresto cardiaco, sia in formato elettronico che cartaceo. Essi devono essere esposti sul carrello dell'emergenza e in tutte le aree in cui potrebbe verificarsi un arresto cardiaco. Fornire schede tascabili e/o strumenti elettronici al personale.
- Ogni bambino che presenta un livello di coscienza ridotto dopo un arresto cardiaco dovrebbe essere ricoverato in un'Unità di Terapia Intensiva Pediatrica, se possibile, per ricevere un adeguato trattamento post rianimatorio.
- Gli ospedali che hanno la capacità di attuare un supporto vitale extracorporeo devono stabilire protocolli interni riguardanti la gestione dell'arresto cardiaco durante o dopo un intervento di chirurgia cardiotoracica pediatrica e negli altri bambini che presentano un arresto cardiaco o una condizione di periarresto.
- Dovrebbe essere presente in ogni sala operatoria un protocollo chiaro, basato sulle presenti Linee Guida, per la gestione dell'arresto cardiaco peri-operatorio.
- Gli ospedali, i reparti pediatrici e le unità di terapia intensiva pediatrica dovrebbero studiare e adottare metodi per la definizione della prognosi etici, basati su linee guida e affidabili.
- Garantire ai medici tempo sufficiente per parlare con i genitori/caregivers del trattamento in atto e della prognosi.
- L'assistenza centrata sulla famiglia e un approccio condiviso al processo decisionale dovrebbero essere considerati lo standard assistenziale, al fine di garantire il migliore interesse del bambino.
- Includere tutti i sopravvissuti ad arresto cardiaco e le loro famiglie nei programmi di assistenza post dimissione. Offrire supporto specifico alle famiglie dei non sopravvissuti, compresa l'assistenza nella fase del lutto e il sostegno psicologico.
- Porsi l'obiettivo di garantire un'assistenza post dimissione ben coordinata e centrata sulla famiglia, avvalendosi ad esempio di personale di collegamento con le famiglie, per ridurre il carico sui sopravvissuti all'arresto cardiaco e sulle loro famiglie.

Raccomandazioni per i produttori di dispositivi medici

- I produttori di DAE e di placche per defibrillazione dovrebbero standardizzare i pittogrammi che illustrano il posizionamento degli elettrodi nei lattanti e nei bambini, in modo che siano in linea con le attuali linee guida per la rianimazione.
- I produttori di defibrillatori ad accesso pubblico dovrebbero individuare le modalità più semplici e rapide per attenuare i livelli di energia, nel caso in cui il DAE venga utilizzato su bambini piccoli (preferibilmente mediante un pulsante che attiva la modalità pediatrica e con placche per la defibrillazione di un'unica misura per tutte le età).

Raccomandazioni per i contesti a risorse limitate

- Puntare a garantire il massimo livello di assistenza possibile, compatibilmente con il contesto specifico.
- Dare priorità all'implementazione delle raccomandazioni, tenendo presente i benefici attesi per gli esiti complessivi (ad es. formare molte persone su procedure semplici piuttosto che acquistare costose attrezzature avanzate).
- Modificare le raccomandazioni tenendo conto della disponibilità di personale e di equipaggiamento.
- Adattare le raccomandazioni alla popolazione tipica di pazienti e al contesto specifico.
- Ove possibile, i bambini in condizioni critiche e traumatizzati dovrebbero ricevere cure pediatriche specifiche, come raccomandato nelle presenti Linee Guida. Se ciò non è fattibile, organizzare il trattamento più appropriato, tenendo conto dell'età e delle condizioni del bambino e del contesto specifico.

EVIDENZE A SUPPORTO DELLE LINEE GUIDA PLS

Per queste Linee Guida basate sulle evidenze, le nostre raccomandazioni si fondano su un'analisi completa delle evidenze disponibili. Nei casi in cui non siano state apportate modifiche alle Linee Guida o non siano state identificate nuove evidenze rilevanti, non sono stati espressi ulteriori commenti.

Prevenzione dell'arresto cardiaco

L'arresto cardiaco nei lattanti, nei bambini e negli adolescenti è spesso secondario a insufficienza respiratoria, circolatoria o neurologica progressive causate da grave malattia o trauma, mentre un'etiologia cardiaca primitiva è meno comune.^{11,16,23,30,31} Alcuni arresti cardiaci pediatrici potrebbero quindi essere prevenuti mediante un riconoscimento più precoce, misure preventive e una migliore gestione della malattia di base o del trauma.^{10,17,19,20,32}

Non esiste un CoSTR ILCOR recente sulla prevenzione dell'arresto cardiaco nei bambini, pertanto il Writing Group ERC Paediatric Life Support ha eseguito una propria revisione delle evidenze.

Raccomandazioni per i caregivers e altri soccorritori non formati

L'identificazione dei bambini in condizioni critiche e a rischio di arresto cardiaco non è semplice, specialmente per i soccorritori non formati. Le raccomandazioni per i caregivers e i soccorritori non addestrati si basano su protocolli di triage clinico "quick-look", che devono essere riformulati per i non professionisti. ERC riconosce che l'uso di alcuni di questi protocolli potrebbe portare ad un "over-triage", ma considera che questo sia un approccio ragionevole in quanto l'"under-triage" a questo livello comporta probabilmente un rischio più elevato per i bambini. Gli elementi clinici di valutazione compresi in questi protocolli includono sintomi di insufficienza respiratoria e circolatoria e di emergenze neurologiche. I bambini con patologie croniche e quelli dipendenti da apparecchiature elettro-medicali hanno un rischio aumentato di deterioramento improvviso.²⁴ ERC raccomanda che i genitori/caregivers di questi bambini siano formati nelle procedure salvavita di base, a seconda delle specifiche necessità del loro bambino, compreso il PBLs. Essi dovrebbero anche avere un piano di emergenza da attuarsi in caso di deterioramento improvviso del loro bambino.

Raccomandazioni per i professionisti sanitari

La sequenza di azioni nel riconoscimento di un bambino in condizioni critiche o traumatizzato dovrebbe includere l'utilizzo di uno strumento di valutazione "quick-look" dedicato, che permetta di identificare rapidamente un bambino a rischio di arresto cardiaco.³³ I soccorritori dovrebbero sempre prendere in considerazione la propria sicurezza e utilizzare i dispositivi di protezione individuale appropriati, prima di avvicinarsi a un bambino in condizioni critiche o traumatizzato. Il sistema ABCDE è un metodo basato sulle priorità, ampiamente riconosciuto per valutare i pazienti in condizioni critiche; esso è progettato per identificare e trattare rapidamente condizioni che mettono il paziente a rischio di vita e migliorare la qualità dell'assistenza, scomponendo la risposta a una situazione clinica complessa in diversi passaggi gestibili.³⁴ Quando le risorse lo consentono, dovrebbe essere attivato un team dedicato in risposta al riconoscimento di un bambino in condizioni cliniche critiche. Un lavoro di squadra efficace e l'uso di una comunicazione strutturata e standardizzata (ad es. lo SBAR: Situation - Background - Assessment - Recommendation) dovrebbero stabilire un modello mentale condiviso all'interno del team.³⁵ Sia la "leadership" che la "followership" sono parti importanti di un lavoro di squadra efficace. Due piccoli studi mostrano un miglioramento degli esiti (minor numero di arresti cardiaci al di fuori dalla Terapia Intensiva e di ricoveri non pianificati in Terapia Intensiva) dopo l'implementazione di un Team di Risposta Rapida.^{36,37} Ausili cognitivi dedicati sembrano migliorare gli esiti e ridurre il carico mnemonico per i professionisti sanitari in situazioni critiche tempo-dipendenti e aiutano a stabilire un modello mentale condiviso.^{38,39}

È importante conoscere il peso del bambino durante l'assistenza, specialmente per la somministrazione di farmaci, ma pesare il bambino può essere problematico durante un'emergenza. Idealmente, il peso riferito dai genitori/caregivers è spesso il più accurato e si raccomanda di utilizzarlo quando possibile. Quando esso non è disponibile, possono essere presi in considerazione altri metodi. In generale, un metodo basato sulla lunghezza, corretto per l'habitus corporeo, è più accurato di una formula. A causa dell'aumento a livello globale dell'obesità tra bambini e adolescenti, le formule basate sull'età tendono a sottostimare il peso corporeo reale rispetto ai "nastri" utilizzati in emergenza, con o senza correzione per l'habitus corporeo.⁴⁰⁻⁵⁰ Le prestazioni complessive del nastro di Broselow rimangono elevate: la maggior parte degli studi riportano infatti un PW20 (percentuale di tutte le stime entro il 20% del peso misurato) superiore all'80% in bambini sani da 0 a 12 anni, in tutti i paesi studiati. Nei bambini con malattie croniche, gravemente sottopeso o obesi, l'accuratezza è inferiore all'80%.^{41,48} I metodi PAWPER, PAWPER XL e PAWPER XL-MAC sono basati sulla lunghezza e

corretti per l'habitus corporeo. Essi sono stati sviluppati e validati in Sudafrica ed hanno dimostrato una performance migliore rispetto a tutti gli altri metodi basati sulla lunghezza nei bambini da 1 a 18 anni, con un PW20 che varia da 84% a 100%, indipendentemente dal tipo di corporatura.^{48,51-55}

Nella maggior parte delle situazioni di emergenza, è preferibile utilizzare il peso corporeo ideale, in quanto il volume di distribuzione è ritenuto il fattore farmacocinetico più importante tra quelli che influenzano l'effetto terapeutico di una determinata dose di farmaco. I farmaci utilizzati in emergenza sono in gran parte idrofili (adrenalina, calcio, potassio, salbutamolo, magnesio, adenosina) e in minor misura lipofili (amiodarone). Un farmaco idrofilo dovrebbe essere dosato in base al peso ideale (non reale). I bambini con un Indice di Massa Corporea (BMI) elevato hanno un volume di distribuzione per i farmaci idrofili simile a quello dei bambini con BMI nella norma. Questi farmaci non si distribuiscono nel tessuto in eccesso, che solitamente è tessuto adiposo. Pertanto, se le dosi dei farmaci idrofili vengono calcolate in base al peso effettivo (ad es. utilizzando un metodo basato sulla lunghezza corretto per l'habitus), esiste la possibilità che la dose sia troppo elevata, cosa che espone il bambino a potenziale tossicità.

La presenza dei genitori/caregivers è importante nella gestione del bambino in condizioni critiche. Ciò dovrebbe essere considerato uno standard assistenziale, a meno che non possa essere garantita la sicurezza del bambino, del caregiver o del personale.⁵⁶⁻⁵⁸

Riconoscimento del bambino in condizioni critiche o traumatizzato

I segni di insufficienza respiratoria e circolatoria sono definiti da tempo, anche se i valori soglia dei parametri vitali misurati sono ancora oggetto di discussione, visto che vengono raccolti sempre più dati pediatrici misurati in diversi contesti.²⁶⁻²⁸ Non sono state trovate nuove evidenze che modifichino le raccomandazioni precedenti riguardo ai valori soglia nelle diverse età. Sono stati aggiunti i valori (arrotondati) corrispondenti al 10° percentile della pressione arteriosa, dal momento che si raccomanda di porsi come obiettivo questo valore durante il trattamento post rianimatorio. Questi valori offrono sufficiente sensibilità e specificità per l'utilizzo in situazioni di emergenza.

Sebbene il metodo più accurato per determinare i valori normali sia la consultazione dei grafici dettagliati dei percentili, ciò è poco pratico durante un'emergenza. Applicazioni per telefono cellulare e altri ausili cognitivi - come i "nastri" per la rianimazione che mostrano i valori stimati - possono essere utili, ma non sono stati validati e possono essere basati su dati più vecchi, meno accurati e derivanti da campioni pediatrici relativamente piccoli.

I segni più tipici di insufficienza respiratoria nei bambini, così come le condizioni più comuni associate a imminente arresto cardiaco, possono essere identificati attraverso una valutazione ABCDE accurata. È importante sottolineare che nessun singolo valore o segno è sufficientemente sensibile; la valutazione deve sempre includere più parametri. Distinguere tra insufficienza respiratoria/circolatoria compensata o scompensata non è semplice poiché il processo di deterioramento rappresenta un continuum. La progressione verso l'arresto cardiaco può avvenire molto rapidamente anche da una fase di compenso, specialmente nei lattanti.

ERC raccomanda il monitoraggio continuo della saturazione di ossigeno tramite pulsossimetria in tutti i bambini in condizioni critiche o traumatizzati. L'ipossia è comune nei bambini critici ed è fortemente associata ad aumentato rischio di morte, specialmente in contesti a risorse limitate.^{59,60} La pulsossimetria, insieme all'esame clinico, può aiutare a identificare i bambini più gravi e a migliorare l'outcome.^{61,62} Uno studio ha riscontrato che i bambini con ipossia severa ($SpO_2 < 90\%$) e quelli con ipossia lieve/moderata ($SpO_2 90-93\%$) avevano un rischio di morte aumentato.⁶³ I professionisti sanitari devono essere consapevoli che i valori di SpO_2 possono essere sovrastimati nei bambini con carnagione scura.⁶⁴ Utilizzare l'ETCO₂ per monitorare in continuo la corretta posizione del tubo tracheale o del dispositivo sovraglottico; ciò consente il rilevamento immediato di una eventuale dislocazione o ostruzione e fornisce indicazioni sulla qualità della ventilazione. Nei pazienti con trauma cranico, l'uso dell'ETCO₂ per prevenire l'iperventilazione o la ipoventilazione ha ridotto la mortalità.⁶⁵

Sebbene le evidenze riguardanti l'uso dell'ETCO₂ nei pazienti sottoposti a ventilazione non invasiva siano limitate, essa è ampiamente utilizzata durante la sedazione procedurale per rilevare complicanze respiratorie in pazienti non intubati.⁶⁶⁻⁶⁹ Vari fattori influenzano la differenza tra PaCO₂ ed ETCO₂, come ad esempio un alterato rapporto ventilazione-perfusione (mismatch). Pertanto dovrebbe essere sempre eseguita un'emogasanalisi (arteriosa o capillare) per verificare la differenza.^{70,71}

Molti operatori sottostimano le perdite dalla maschera e non riconoscono l'ostruzione parziale o completa delle vie aeree, entrambi fattori che comportano l'erogazione di volumi insufficienti.⁷² I monitor di funzione respiratoria (dispositivi che calcolano e mostrano le perdite dalla maschera, il volume corrente inspirato ed espirato, il flusso, la

frequenza respiratoria, la pressione di picco, ecc.) possono sostituire l'imprecisa stima visiva, mediante osservazione del torace, del volume corrente, tuttavia i dati disponibili non sono sufficienti per raccomandarne l'uso nella pratica clinica.⁷² L'ecografia polmonare point-of-care, eseguita da operatori formati, può essere utile in emergenza per distinguere le diverse cause di insufficienza respiratoria (ad es. pneumotorace, atelettasia) e guidare la terapia.⁷³⁻⁷⁶

La corretta valutazione dello stato circolatorio include il riconoscimento e la determinazione del tipo di shock, in quanto gli interventi terapeutici tempo-dipendenti sono diversi a seconda del tipo di shock.⁷⁷ Lo shock ipovolemico (compreso lo shock emorragico) e quello distributivo sono i tipi più comuni nei bambini, mentre lo shock cardiogeno è presente solo nel 5-10% dei pazienti. Lo shock ostruttivo e lo shock dissociativo sono rari, sebbene quest'ultimo possa essere maggiormente prevalente nei contesti a risorse limitate (ad es. a causa della malaria).⁷⁸ Il monitoraggio non invasivo della pressione arteriosa rimane importante, anche se l'ipotensione è un segno molto tardivo di insufficienza circolatoria nei bambini. Una misurazione accurata richiede l'uso di un bracciale della giusta misura ed è più precisa se effettuata a livello dell'arto superiore.^{79,80} È stata osservata una minore accuratezza della misurazione nei neonati con una pressione arteriosa media inferiore a 30 mmHg.⁷⁹ L'esecuzione di esami specifici al punto di cura (lattato, POCUS/ecocardiografia, troponina I) può aiutare a guidare gli interventi tempo-dipendenti in caso di shock e potenzialmente a migliorare gli esiti.^{81,82}

Le modalità di riconoscimento di un'emergenza neurologica rimangono invariate dal momento che non sono state prodotte nuove evidenze rilevanti che modifichino le raccomandazioni precedenti. Viene data maggiore enfasi all'imaging cerebrale nei bambini con sintomi neurologici gravi, allo scopo di ridurre i ritardi nell'identificazione di emergenze tempo-dipendenti (ad es. meningite, encefalite, convulsioni e stroke).

L'esame del corpo intero (la "E" dell'approccio ABCDE) può dare indicazioni su eventuali patologie sottostanti e condizioni specifiche che richiedono una modificazione dell'approccio iniziale (ad es. segni di sepsi, trombosi o intossicazione). L'abuso e l'incuria nei confronti dei minori sono sottodiagnosticati nei contesti di emergenza e sono necessari provvedimenti per migliorarne il riconoscimento e gli esiti.⁸³ Purtroppo, durante l'approccio ABCDE i segni o sintomi che indicano abuso sono pochi, per cui gli operatori sanitari devono mantenere un alto grado di sospetto per identificare i bambini a rischio.^{84,85}

Gestione del bambino critico o traumatizzato

Vie aeree

Non sono emerse nuove evidenze che modifichino le raccomandazioni relative alle vie aeree. L'ossigenazione e la ventilazione sono l'obiettivo principale della gestione delle vie aeree. Quando si prevede una ventilazione prolungata, gli operatori competenti dovrebbero posizionare un dispositivo sovraglottico o un tubo tracheale. Tuttavia, la ventilazione con pallone e maschera rimane il metodo di prima linea per la ventilazione, in quanto gli studi sul posizionamento precoce di un dispositivo per la gestione avanzata delle vie aeree in ambiente pre-ospedaliero non hanno mostrato alcun beneficio o hanno dimostrato addirittura un danno.⁸⁶ In ambiente pre-ospedaliero, è raccomandato l'utilizzo di un presidio sovraglottico rispetto all'intubazione tracheale, se è necessaria una gestione avanzata delle vie aeree, in quanto i dispositivi sovraglottici si sono dimostrati almeno non inferiori all'intubazione.⁸⁷

L'intubazione tracheale rimane il metodo preferito per la gestione definitiva delle vie aeree nei bambini in condizioni critiche o traumatizzati.⁸⁸ Gli eventi avversi correlati all'intubazione sono più frequenti quando vengono effettuati tentativi multipli e sono più comuni nei neonati e nei lattanti.⁸⁹⁻⁹² I tentativi di intubazione prolungati sono frequenti in situazioni stressanti e il tempo impiegato durante i tentativi è spesso sottostimato.⁹³ In linea con le linee guida anestesiolgiche, si raccomanda di avere un "piano B" per le situazioni in cui si prevede una gestione difficoltosa delle vie aeree. Utilizzare la pre-ossigenazione, continuare la somministrazione di ossigeno durante l'intubazione, somministrare sedativi e bloccanti neuromuscolari ad azione rapida e limitare il numero e la durata dei tentativi.⁹⁴⁻⁹⁶ La maggior parte dei farmaci anestetici determina vasodilatazione, che può provocare bradicardia e collasso cardiocircolatorio, soprattutto in caso di ipovolemia o sepsi.⁹⁷ Studi recenti hanno dimostrato che la premedicazione con atropina prima dell'intubazione non porta alcun beneficio, per cui questa pratica non è raccomandata.^{98,99} L'uso della videolaringoscopia da parte di operatori formati riduce l'incidenza di fallimento dell'intubazione e di complicanze, specialmente nei lattanti.¹⁰⁰ I tubi tracheali cuffiati sono sicuri nei lattanti e nei bambini e riducono le perdite. È necessario monitorare la pressione della cuffia per ridurre il danno alla mucosa tracheale.^{101,102} La formula per calcolare il diametro interno dei tubi cuffiati ($\text{età}/4 + 3,5 \text{ mm}$) nei bambini fino a 8 anni rimane valida.^{103,104} I nastri di Broselow non dovrebbero essere utilizzati da soli per stimare la misura del tubo tracheale nei bambini che pesano più di 18

kg.^{105,106} L'ecografia point-of-care (POCUS) sembra in grado di prevedere in modo affidabile la misura del tubo tracheale, ma richiede competenza e attrezzatura. Il POCUS permette di misurare il diametro interno della trachea, che determina il massimo diametro esterno del tubo utilizzabile in sicurezza, ma non il suo diametro interno. Il malposizionamento del tubo tracheale è comune ed è obbligatorio il controllo della corretta posizione utilizzando una combinazione di tecniche (esame clinico, radiografia del torace, POCUS, ETCO₂).¹⁰⁷

La gestione in sicurezza di una via aerea difficile in emergenza consiste in un approccio pianificato per fasi, focalizzato sull'assicurare l'ossigenazione, iniziando con tecniche non invasive.¹⁰⁸ Quando la ventilazione con pallone e maschera non è efficace o dopo un'intubazione non riuscita, un presidio sovraglottico può spesso essere utilizzato per mettere in sicurezza le vie aeree in modo semplice e rapido.

Una situazione CICO ("cannot-ventilate-cannot-oxygenate") si verifica quando la ventilazione con pallone e maschera, il posizionamento di un presidio sovraglottico e di un tubo tracheale non riescono a garantire l'ossigenazione. Ciò può rapidamente portare ad arresto cardiaco. Può essere necessaria una gestione invasiva delle vie aeree (FONA: front-of-neck airway). Si tratta di una procedura difficile nei bambini, in particolare nei lattanti, e la tecnica migliore non è nota. Le linee guida internazionali non sono univoche e sono state suggerite tecniche diverse.^{109,110} Una recente revisione narrativa ha evidenziato l'estrema difficoltà della cricotirotomia con ago nei bambini piccoli e ha concluso che la tracheotomia con bisturi e guida (scalpel-bougie) dovrebbe essere preferita nei bambini sotto gli 8 anni, mentre si dovrebbe considerare una cricotirotomia chirurgica nei bambini più grandi.⁹⁴ In assenza di prove conclusive, gli operatori esperti dovrebbero eseguire la tecnica per cui sono formati, con cui hanno maggiore esperienza, per la quale dispongono dell'attrezzatura appropriata e in cui si sentono sicuri.

Le emergenze correlate alla tracheotomia sono in gran parte prevenibili, ma se si verificano devono essere gestite rapidamente.^{111,112}

Respirazione

I target di saturazione di ossigeno per i bambini in condizioni critiche non sono chiaramente definiti e possono dover essere adattati a condizioni specifiche (ad es. malattia polmonare cronica). Una recente revisione sistematica ha confrontato target di SpO₂ di 80–92% e di 92–94% in bambini con distress respiratorio. I target più bassi sono risultati equivalenti a quelli più alti in termini di mortalità, esito neuro-cognitivo, nuovo ricovero o nuovo accesso. Quando venivano utilizzati i target più bassi, le percentuali di ricovero erano inferiori del 40% e la durata dell'ospedalizzazione era più breve di 10-18 ore.¹¹³ Un ampio trial randomizzato controllato (studio Oxy-PICU), che ha preso in considerazione bambini ventilati in Unità di Terapia Intensiva Pediatrica, ha rilevato che target di saturazione più conservativi (SpO₂ 88–92%) portavano a un esito leggermente migliore (durata del supporto d'organo o morte) rispetto a target più liberali (SpO₂ > 94%). Tuttavia, lo studio ha escluso alcuni gruppi importanti (patologia o lesione traumatica cerebrale, post arresto cardiaco, ipertensione polmonare, anemia falciforme, cardiopatia congenita non corretta e ventilazione a lungo termine).¹¹⁴ Sebbene questi studi siano promettenti, sono necessarie ulteriori evidenze per definire i target di SpO₂ per i bambini in condizioni critiche in popolazioni e contesti diversi. Non esistono evidenze relative ai target di SpO₂ in ambito pre-ospedaliero, dove la misurazione può essere inaffidabile. Pertanto ERC raccomanda un limite inferiore di target di SpO₂ del 94% dopo la rianimazione iniziale, che può essere adattato in situazioni specifiche (ad es. cardiopatia congenita). Non sono stati identificati studi sulla FiO₂ ottimale, ma dovrebbe essere utilizzata la più bassa FiO₂ possibile per ottenere la SpO₂ richiesta al fine di evitare l'iperossia.

La ventilazione non invasiva può essere eseguita mediante ventilazione con pallone e maschera (preferibilmente tenendo la maschera con due mani). L'ossigenoterapia con cannule nasali ad alti flussi, la pressione positiva continua (CPAP) o la ventilazione non invasiva sono opzioni ragionevoli quando l'ossigenoterapia convenzionale è insufficiente o è richiesto un supporto ventilatorio aggiuntivo.^{115–118}

Circolazione

Un'adeguata perfusione d'organo è l'obiettivo principale del supporto circolatorio. Gli operatori sanitari non dovrebbero impiegare più di 5 minuti (o due tentativi) per posizionare un accesso venoso. Il POCUS può essere utilizzato per guidare l'incannulamento venoso.¹¹⁹ Se le probabilità di ottenere un accesso venoso sono considerate minime (shock, grave ipovolemia, precedenti difficoltà di incannulamento), utilizzare precocemente una tecnica alternativa. L'accesso intraosseo (IO) è sottoutilizzato ma è appropriato per pazienti di tutte le età durante la rianimazione e in altre situazioni critiche.^{120,121} Gli operatori sanitari dovrebbero essere formati a questa tecnica. I segni di stravasamento devono essere ricercati

attivamente e il sito di inserzione monitorato continuamente. Particolare attenzione deve essere riservata ai lattanti, che presentano più complicanze, in particolare dislocazione.¹²⁰⁻¹²²

La precedente raccomandazione ERC sui boli di fluidi rimane invariata. Ulteriori evidenze supportano una rivalutazione frequente dello stato circolatorio per evitare il sovraccarico di liquidi, così come l'uso di soluzioni bilanciate.^{123,124} È necessario somministrare i fluidi con cautela nello shock cardiogeno o ostruttivo, sebbene possa essere necessaria una certa quota di riempimento volemico, soprattutto nei lattanti con problemi di alimentazione o se coesiste un altro tipo di shock. Il supporto vasoattivo e inotropo è necessario nello shock non responsivo ai fluidi e nello shock cardiogeno. Il momento ottimale per iniziare il supporto vasoattivo non è chiaramente definito, ma probabilmente si colloca dopo la somministrazione di 20-40 ml/kg di fluidi. Le evidenze supportano l'utilizzo del supporto vasoattivo;^{125,126} una recente revisione sistematica che confronta differenti strategie di somministrazione di farmaci vasoattivi di prima linea in relazione alla mortalità supporta questa raccomandazione.¹²⁷ Regimi combinati che utilizzano più di un farmaco sono sempre più impiegati con successo.¹²⁸ Un accesso venoso periferico può essere utilizzato per la somministrazione a breve termine di farmaci vasoattivi o inotropi.¹²⁹⁻¹³³ Il milrinone rimane l'inodilatatore più utilizzato, con il levosimendan come alternativa promettente.¹³⁴⁻¹³⁶ Il supporto vitale extracorporeo dovrebbe essere sempre preso in considerazione precocemente come strategia di salvataggio nei bambini con shock che non risponde alla rianimazione iniziale.

Stato neurologico ed esposizione

La neuroprotezione (come descritto nella parte relativa al trattamento post rianimatorio) è una parte importante della gestione iniziale delle emergenze neurologiche. È necessario prestare attenzione alla sedazione e al controllo del dolore, dal momento che la gestione del dolore è spesso inadeguata.¹³⁷ ERC sottolinea l'importanza di riconoscere le convulsioni come emergenza neurologica e di agire rapidamente, dato che i ritardi nel trattamento sono frequenti e un trattamento più precoce migliora gli esiti.¹³⁸

Raccomandazioni aggiuntive per interventi tempo-dipendenti

Asma acuta grave (sindrome asmatica critica)

Sindrome asmatica critica è un termine generico per tutte le forme di asma che comportano un'elevata probabilità di mortalità.¹³⁹ Visto che l'asma continua a determinare una significativa morbilità e mortalità, è necessario un trattamento tempestivo ed aggressivo.

Il Writing Group PLS ha basato le proprie raccomandazioni sul recente sommario delle revisioni Cochrane e sulle raccomandazioni aggiornate della Global Initiative for Asthma.^{140,141} Il riconoscimento dell'asma grave si basa principalmente sui segni clinici, l'anamnesi e la saturazione di ossigeno. L'ipossia è un segno di insufficienza respiratoria scompensata, che può provocare agitazione, irritabilità e ridotto livello di coscienza. Le diverse diagnosi differenziali comprendono la polmonite, lo pneumotorace, l'insufficienza cardiaca, l'ostruzione laringea, l'embolia polmonare, l'inalazione di corpo estraneo e l'anafilassi.

La somministrazione per via inalatoria di beta2-agonisti a breve durata d'azione (ad es. il salbutamolo) è sicura, ma può essere gravata da effetti avversi (turbe elettrolitiche, iperlattacidemia, ipotensione, aritmie, ipossia transitoria). L'ipratropio bromuro, se somministrato in associazione ai beta2-agonisti a breve durata d'azione in caso di esacerbazione moderata o severa, è associato a minore ospedalizzazione e più evidente miglioramento clinico rispetto ai beta2-agonisti a breve durata d'azione somministrati da soli.

Gli steroidi somministrati per via sistemica sono indicati entro la prima ora. Gli steroidi orali sono efficaci quanto quelli somministrati per via endovenosa. In caso di crisi severa, possono essere aggiunti steroidi ad alte dosi per via inalatoria. Il magnesio EV può determinare un minor numero di ricoveri ospedalieri nei bambini che non rispondono al trattamento iniziale e presentano ipossia persistente; il magnesio solfato isotonic può essere somministrato sotto forma di soluzione nebulizzata. Non vi è evidenza che l'infusione endovenosa di beta2-agonisti a breve durata d'azione porti benefici aggiuntivi, ma nei bambini con asma grave con rischio di morte questa può essere l'unica modalità possibile per somministrare i farmaci broncodilatatori. Gli effetti collaterali della somministrazione EV di tali farmaci comprendono turbe elettrolitiche, aritmie e insufficienza cardiocircolatoria nei bambini con preesistente patologia cardiaca, pertanto sono necessari la supervisione di un esperto e un monitoraggio continuo. Può essere presa in considerazione la somministrazione di una dose carico di salbutamolo da 15 mcg/kg, ma non vi è consenso sulla dose carico massima raccomandata, che varia tra 250 e 750 mcg.¹⁴² Gravi segni di esaurimento, il deterioramento del livello di coscienza, lo scarso ingresso aereo (silenzio respiratorio), la grave ipossia che non risponde al trattamento e l'arresto

cardiorespiratorio rappresentano indicazioni all'intubazione tracheale. La ventilazione meccanica di un bambino con asma grave è estremamente complessa e richiede l'aiuto di un esperto.

Shock settico

L'identificazione e il trattamento precoci (compresa la somministrazione di antibiotici) della sepsi e dello shock settico rappresentano parti essenziali dei bundles assistenziali e sono associati ad esiti migliori.¹⁴³ Può essere presa in considerazione la somministrazione di corticosteroidi a dosi da stress nei bambini con sepsi associata a disfunzione d'organo e/o shock settico che non risponde ai fluidi e che richiede un supporto vasoattivo. I bambini a rischio di insufficienza surrenalica, quali quelli sottoposti a trattamento steroideo cronico o recente o quelli con insufficienza surrenalica congenita o acquisita, devono ricevere precocemente una somministrazione di idrocortisone a dosi da stress.^{144,145} Per maggiori dettagli, si raccomanda la consultazione delle linee guida specifiche per la gestione della sepsi che saranno pubblicate nel 2025.

Shock cardiogeno

Lo shock cardiogeno si manifesta raramente nei bambini ma può avere un effetto devastante. Le cause sono eterogenee, variando dalla miocardite, alle sindromi infiammatorie sistemiche, alle cardiomiopatie, alle aritmie e cardiopatie congenite, comprendendo anche la fase di scompenso acuto della patologia di base. I segni e sintomi possono essere aspecifici, specialmente nei lattanti (difficoltà di alimentazione, irritabilità, rantoli crepitanti ed epatomegalia) ed è pertanto necessario un elevato livello di sospetto.

Il trattamento richiede competenze specifiche, dipende dalla causa sottostante e deve essere individualizzato, tuttavia nei bambini in condizioni critiche è solitamente necessario iniziare un'infusione di inotropi. La somministrazione endovenosa di furosemide deve essere considerata solo nei bambini con stato di idratazione adeguato. Può essere inoltre indicata l'infusione di fluidi, ma essa deve essere effettuata con cautela. Il supporto meccanico ed extracorporeo (ad es. ECMO) può essere necessario in un sottogruppo di questi pazienti.¹⁴⁶

Shock emorragico

Il Writing Group PLS non ha identificato evidenze tali da modificare la raccomandazione di limitare l'infusione di cristalloidi e iniziare la trasfusione di emoderivati il più precocemente possibile. I farmaci vasoattivi hanno un ruolo nel raggiungere i target di pressione arteriosa quando i fluidi o gli emoderivati da soli non sono sufficienti, particolarmente in caso di trauma cranico grave in cui è raccomandato mantenere la pressione arteriosa al di sopra del 50° percentile.¹⁴⁷ La gestione dell'aspetto coagulativo rappresenta una componente essenziale del trattamento del trauma e deve essere iniziata precocemente. La strategia specifica dipende da fattori che vanno al di là degli obiettivi delle presenti Linee Guida. Non sono state trovate evidenze tali da modificare le attuali raccomandazioni a proposito dell'acido tranexamico; studi recenti confermano peraltro la sua sicurezza.^{148,149}

Insufficienza circolatoria dovuta a bradicardia

L'uso dell'atropina in tutte le fasce di età pediatrica è diminuito dopo le linee guida ERC 2010.¹⁵⁰ La bradicardia è rara nell'arresto cardiaco extra-ospedaliero e l'aderenza alla gestione raccomandata è scarsa.¹⁵¹ ERC raccomanda che i soccorritori si concentrino principalmente sul trattamento dell'insufficienza respiratoria e circolatoria prima di trattare direttamente la bradicardia. La somministrazione di atropina in queste situazioni è probabilmente inefficace e può anzi essere dannosa, in quanto l'aumento temporaneo della frequenza cardiaca può aumentare il consumo di ossigeno, accelerando quindi l'esaurimento delle già limitate riserve di ossigeno di un paziente in insufficienza cardiaca scompensata. Inoltre, ridurre il tono parasimpatico può esacerbare patologie che coinvolgono meccanismi mediati dalle catecolamine (ad es. la cardiomiopatia di Takotsubo).

Tuttavia, l'atropina (20 mcg/kg, max 500 mcg) probabilmente ha un ruolo nel trattamento della bradicardia causata da un aumento del tono vagale. In linea con l'aggiornamento del CoSTR ILCOR, ERC raccomanda di iniziare la RCP nei bambini con bradicardia e scarsa perfusione che non rispondono a ossigenazione e ventilazione.¹⁵² Il ruolo dell'adrenalina e del pacing transtoracico risulta poco chiaro nel CoSTR ILCOR. Negli studi retrospettivi non randomizzati su pazienti che avevano ricevuto RCP per bradicardia con scarsa perfusione, l'adrenalina non aveva alcun effetto sulla sopravvivenza oppure era associata a un esito peggiore. ERC raccomanda di considerare l'adrenalina (10 mcg/kg) nei bambini con bradicardia e scarsa perfusione sulla base dell'opinione di esperti. Analogamente, ERC raccomanda di

considerare il pacing transtoracico in casi selezionati in cui la bradicardia è causata da blocco atrioventricolare completo o disfunzione del nodo del seno.

Insufficienza circolatoria dovuta a tachicardia

Le evidenze sul trattamento della tachicardia instabile sono limitate. Per informazioni più approfondite su sottotipi, diagnosi e opzioni di trattamento preventivo, consultare le linee guida della European Society of Cardiology.^{153,154} Nei bambini emodinamicamente instabili con tachicardia a QRS stretti o qualsiasi tachicardia a QRS larghi persistente, il trattamento di prima scelta è la cardioversione sincronizzata immediata con energia iniziale di 1–2 J/kg, raddoppiando la dose ad ogni tentativo fino a 4 J/kg. Una revisione sistematica condotta su neonati ha confermato che dosi tra 0,25 e 3 J/kg sono efficaci, con una dose iniziale più alta di 1 J/kg e una percentuale di fallimento del 20,3%.¹⁵⁵ Nei bambini con tachicardia sopraventricolare emodinamicamente stabile, il trattamento di prima linea è rappresentato dalle manovre vagali (tasso di successo 27–53%), seguite da adenosina EV (prima dose 0,1–0,2 mg/kg, max 6 mg, seguita da 0,3 mg/kg, max 12–18 mg), con un tasso di successo del 96%.¹⁵⁶ La maggior parte dei bambini richiede un ulteriore trattamento con farmaci ad emivita più lunga, sia a causa del fallimento delle manovre di prima linea, sia per ricorrenza dell'aritmia.^{157,158} Dosi ripetute di adenosina possono aumentare i livelli di catecolamine, rendendo più difficile la cessazione dell'aritmia. In tali casi, il bambino può necessitare di terapia antiaritmica aggiuntiva prima di ripetere l'adenosina.¹⁵⁸ Farmaci alternativi includono i calcio-antagonisti, i beta-bloccanti, la flecainide, la procainamide, l'amiodarone, la dexmedetomidina, la ivabradina e la digossina. Ognuno di questi farmaci possiede effetti collaterali e controindicazioni specifiche e deve essere utilizzato soltanto sotto la guida di un cardiologo pediatrico.^{157–162}

Convulsioni

Non esistono chiare evidenze che dimostrino la superiorità di una benzodiazepina rispetto ad un'altra nel trattamento di prima linea dello stato epilettico.¹⁶³ Se un bambino ha già un accesso venoso in sede e la crisi è in corso da 5 min, si deve somministrare una benzodiazepina EV. Se non ha un accesso venoso, la priorità è interrompere la crisi, quindi si raccomanda di utilizzare vie alternative per la somministrazione delle benzodiazepine, piuttosto che perdere tempo a cercare di posizionare un accesso venoso. La via intranasale e la via buccale sono raccomandate (ad es. midazolam intranasale o buccale).¹⁶⁴

Per il trattamento di seconda linea dello stato epilettico refrattario alle benzodiazepine, il levetiracetam presenta un'efficacia paragonabile a quella della fenitoina e della fosfenitoina, con un miglior profilo di sicurezza.^{165–167} Gli studi suggeriscono che dosi elevate di levetiracetam (ad es. 60 mg/kg EV) hanno maggiore probabilità di fermare le convulsioni rispetto alle dosi standard.¹⁶⁸ Nelle situazioni in cui le crisi persistono per oltre 40 minuti, è indicato l'uso di farmaci anestetici come midazolam, ketamina o propofol.

Paediatric basic life support (PBLIS)

Il supporto di base alle funzioni vitali in età pediatrica (PBLIS) differisce leggermente da quello dell'adulto in termini di eziologia, epidemiologia e fisiologia.

Raccomandazioni per il pubblico e RCP assistita dalla Centrale Operativa

ERC ha introdotto alcune modifiche all'algoritmo PBLIS standard, che potrebbero migliorare la performance dei soccorritori non formati e la comunicazione al pubblico di tali indicazioni, utilizzando i messaggi più semplici possibili.^{12,169} Raccomandare tre facili passaggi (Controlla – Chiama – Comprimi & Connetti) enfatizza la semplicità, mantenendo la coerenza con le raccomandazioni per tutte le fasce d'età. I tre passaggi rappresentano inoltre la prima parte della catena della sopravvivenza (riconoscimento precoce, richiesta di aiuto precoce, RCP precoce).

L'insieme di compressioni toraciche e di ventilazioni costituisce la RCP standard, che è associata a migliori esiti neurologici nei bambini di tutte le età rispetto alla RCP con sole compressioni: questa è la modalità raccomandata da ILCOR ed ERC.^{170–172} ILCOR riconosce inoltre che gli astanti sono frequentemente disposti ad eseguire la RCP nei bambini, spesso includendo le ventilazioni, in quanto solitamente si tratta dei loro caregiver primari.¹⁷³ Pertanto ERC raccomanda che gli astanti eseguano le compressioni toraciche e le ventilazioni in tutti i bambini. Se un astante non è disposto o non è in grado di ventilare, ERC raccomanda che l'operatore della Centrale Operativa incoraggi a eseguire la RCP con sole compressioni toraciche, che è superiore a nessuna RCP.^{12,172}

L'utilizzo della RCP assistita dall'operatore di Centrale Operativa nei bambini è stata fortemente raccomandata da ILCOR, nonostante le evidenze limitate in ambito pediatrico.¹⁷⁴ Le istruzioni devono essere opportunamente adattate alle varie fasce di età pediatrica.¹⁷⁵ ERC raccomanda che gli operatori di Centrale Operativa utilizzino un protocollo semplificato, con un rapporto compressioni-ventilazioni di 30:2 per i soccorritori non specificamente addestrati al PBLs, iniziando con cinque ventilazioni di soccorso: ciò riduce il numero di cambi tra compressioni e ventilazioni e semplifica le istruzioni date agli astanti, dal momento che si utilizza un rapporto uguale a quello per gli adulti.¹⁷⁶ I soccorritori non formati sono generalmente in grado di eseguire ventilazioni efficaci quando guidati dall'operatore, sebbene la ventilazione nei lattanti risulti più impegnativa.¹⁷⁷ Verificare l'efficacia della ventilazione può migliorare la qualità delle ventilazioni eseguite dagli astanti durante la RCP assistita dall'operatore di Centrale Operativa. Dal momento che l'ipossia è una causa frequente di arresto cardiaco nei bambini e nei lattanti, gli sforzi per migliorare la qualità della ventilazione sono giustificati. L'efficacia della RCP video-assistita per i soccorritori non formati non è chiara nell'arresto cardiaco pediatrico.^{178,179} Pertanto, ERC non può formulare raccomandazioni su questo tema fino a quando non saranno disponibili ulteriori dati pediatrici.

Raccomandazioni per i soccorritori addestrati al PBLs

Questa sezione si riferisce ai soccorritori che sono formati nel PBLs, almeno al livello degli obiettivi didattici del corso PBLs ERC. In linea con il CoSTR ILCOR sul riconoscimento dell'arresto cardiaco, la raccomandazione ERC precisa che la sola palpazione del polso non è un parametro preciso per formulare la diagnosi di arresto cardiaco.¹⁸⁰ Pertanto, il riconoscimento dell'arresto cardiaco deve basarsi sul fatto che il bambino non è cosciente, non respira normalmente e non mostra altri segni di vita.

Il CoSTR ILCOR riguardante l'inizio della RCP negli adulti e nei bambini non ha trovato evidenze che, tra gli approcci ABC o CAB, uno sia superiore all'altro in termini di miglioramento degli esiti clinici in età pediatrica.¹⁸¹ ERC raccomanda di iniziare la RCP con cinque ventilazioni di soccorso. Studi condotti sul manichino hanno mostrato che solo il 50-72% dei soccorritori con esperienza limitata riesce ad erogare due ventilazioni corrette su cinque.^{177,182} La raccomandazione di eseguire cinque tentativi mira ad aumentare la ventilazione alveolare prima dell'inizio delle compressioni toraciche e tiene conto di questo dato. Studi condotti sul manichino suggeriscono risultati simili o superiori per la ventilazione bocca-bocca (o bocca-bocca/naso nei lattanti) rispetto alla ventilazione con pallone e maschera per i professionisti sanitari e i primi soccorritori.¹⁸³⁻¹⁸⁵ Di conseguenza, ERC raccomanda di eseguire le ventilazioni bocca-bocca quando pallone e maschera non sono disponibili o i soccorritori non sono competenti nel loro utilizzo.

Il CoSTR ILCOR sul rapporto compressioni:ventilazioni ha preso in considerazione solo la rianimazione dell'adulto e non ha formulato alcuna raccomandazione per i bambini.¹⁸⁶ ERC ha identificato evidenze indirette derivanti da uno studio condotto sul manichino, che non ha riscontrato differenze nella profondità e nella frequenza delle compressioni se si utilizza un rapporto 30:2 oppure 15:2.¹⁸⁷ In assenza di evidenze riguardanti gli esiti clinici, ERC non ha motivo di modificare il rapporto compressioni:ventilazioni di 15:2 raccomandato nei bambini per chi è formato nel PBLs. La riduzione al minimo delle pause nelle compressioni toraciche è riconosciuta come un fattore importante per gli esiti.¹⁸⁸ Pertanto ERC raccomanda di non interrompere la RCP a meno che non vi siano chiari segni di vita e di ridurre al minimo le pause nelle compressioni toraciche (<5 secondi) durante la rianimazione.

Per i soccorritori soli, ERC ritiene che la RCP sia più importante del reperimento di un DAE, sia perché i ritmi non defibrillabili sono più frequenti in tutte le fasce di età pediatrica, sia perché il recupero del DAE aumenterebbe ulteriormente il tempo di "no-flow".¹⁸⁹ Se sono presenti più soccorritori, uno deve iniziare la RCP, mentre il secondo deve chiamare il Servizio di Emergenza Sanitaria, recuperare e applicare il DAE appena possibile. I DAE sono raramente utilizzati nei lattanti, nei quali l'incidenza complessiva di ritmi defibrillabili è bassa.¹⁹⁰ Tuttavia, la sopravvivenza è maggiore negli arresti cardiaci con ritmo defibrillabile quando gli astanti utilizzano un DAE.^{172,191} Sulla base dell'opinione di esperti e in linea con ILCOR, ERC raccomanda l'inclusione dei bambini sopra 1 anno di età nei programmi di defibrillazione ad accesso pubblico, sia per semplificare le raccomandazioni, sia per aumentare l'uso dei DAE in questa fascia di età, in particolare nei sistemi basati sui primi soccorritori.^{171,192} Quando si utilizza un DAE senza attenuazione dell'energia nei bambini piccoli, l'energia erogata sarà superiore a quella raccomandata per la defibrillazione manuale, ma si ritiene che il potenziale beneficio di una defibrillazione precoce sia superiore al rischio di danno dovuto all'uso di una energia più elevata.^{193,194}

In caso di arresto respiratorio con segni di vita, ERC raccomanda di ventilare alla frequenza respiratoria normale per l'età del bambino per evitare sia l'ipo- che l'iperventilazione. La raccomandazione di mantenere l'estensione del capo-

sollevamento del mento oppure di utilizzare la posizione laterale di sicurezza nei bambini incoscienti che respirano spontaneamente è in linea con il recente CoSTR ILCOR.^{171,195} Quando si utilizza la posizione laterale di sicurezza, la respirazione dovrebbe essere controllata almeno ogni minuto per identificare un possibile deterioramento (ad es. ostruzione delle vie aeree, respirazione inefficace o agonica). Il riconoscimento dell'arresto cardiaco e di una difficoltà respiratoria si ottiene più rapidamente in posizione supina, mantenendo l'estensione del capo-sollevamento del mento.¹⁹⁶ La posizione laterale di sicurezza non è ideale nei traumi della colonna vertebrale, dell'anca o del bacino o se la respirazione del bambino non è normale.¹⁹⁵

Abilità pratiche per il PBLs.

La posizione di apertura delle vie aeree per le specifiche fasce d'età non è stata revisionata da ILCOR, ma ERC ha considerato gli standard consolidati e continua a raccomandare la posizione neutra della testa per i lattanti e una lieve estensione del capo per i bambini più grandi, con un angolo ottimale che varia da 1° a 13° nei bambini in età prescolare fino a 16° nei bambini in età scolare (*Figura 7 e 8*).¹⁹⁷ Gli adolescenti di solito necessitano di una maggiore estensione, simile a quella degli adulti. Per ottenere la posizione neutra nei lattanti, la testa deve generalmente essere leggermente inclinata all'indietro, dato che in un lattante incosciente in posizione supina la testa tende spontaneamente ad assumere un atteggiamento in flessione. Aggiungere il sollevamento del mento riduce ulteriormente la possibilità di ostruzione delle vie aeree, prevenendo un'occlusione causata dal rilassamento dei tessuti molli e dei muscoli nei pazienti incoscienti.

La manovra "Guardo-Ascolto-Sento" (GAS) è una tecnica consolidata per valutare la respirazione in tutte le fasce d'età. La tecnica della ventilazione nei bambini, descritta in precedenza in queste Linee Guida, non è stata revisionata da ILCOR e le raccomandazioni attuali non sono state modificate. La ventilazione durante la rianimazione, in particolare nei lattanti, è una competenza difficile da padroneggiare e i soccorritori spesso utilizzano pressioni di picco eccessive.¹⁸⁴ L'addestramento alle tecniche di ventilazione migliora la capacità di erogare il volume corretto.¹⁷⁷

In linea con il CoSTR ILCOR, ERC raccomanda che le compressioni toraciche vengano eseguite su una superficie rigida quando è possibile farlo senza ritardare l'inizio della RCP.^{198,199} La qualità delle compressioni toraciche dipende dalla tecnica, dal punto in cui viene applicata la compressione, dalla frequenza, dalla profondità, dal rilascio e dalla durata delle pause. Un CoSTR ILCOR sulla posizione delle mani durante le compressioni toraciche ha formulato raccomandazioni solo per gli adulti.²⁰⁰ Il punto ottimale di compressione (posizione delle mani, delle dita o dei pollici) è sconosciuto e potrebbe presentare delle differenze individuali tra i pazienti. In assenza di dati, ERC continua a raccomandare la metà inferiore dello sterno come punto di applicazione delle compressioni toraciche nei bambini. In accordo con un CoSTR neonatale di ILCOR e altre revisioni sistematiche, ERC raccomanda la tecnica a due pollici con le altre dita che circondano il torace per i lattanti (*Figura 11*).²⁰¹⁻²⁰⁴ Questa tecnica garantisce una profondità di compressione maggiore e più costante nel tempo, minore affaticamento e una percentuale più alta di posizionamento corretto delle mani rispetto alla tecnica a due dita.²⁰¹⁻²⁰⁴ Uno studio condotto sul manichino ha rilevato una ventilazione/minuto leggermente inferiore quando si eseguono le compressioni toraciche con la tecnica dei due pollici rispetto a quella delle due dita, ma l'effetto sugli esiti clinici non è chiaro.²⁰⁵ La tecnica a due pollici può essere utilizzata anche per la RCP assistita dall'operatore di Centrale Operativa, anche per i soccorritori soli non addestrati, in quanto sembra più facile da spiegare agli astanti rispetto alla tecnica a due dita.²⁰⁶ Le varianti della tecnica a due pollici non si sono dimostrate superiori.^{207,208} Nei bambini tra 1 e 8 anni, la tecnica a due mani consente di eseguire compressioni toraciche più efficaci e determina minore affaticamento rispetto alla tecnica a una mano.²⁰⁹ ERC continua quindi a raccomandare di utilizzare una o due mani per eseguire le compressioni toraciche nei bambini da 1 a 8 anni. Negli adolescenti, è necessario utilizzare due mani e la tecnica delle compressioni toraciche è la stessa usata per gli adulti.

Le raccomandazioni del 2021 sulla profondità delle compressioni toraciche si basavano in parte su una scoping review che suggeriva che una migliore aderenza alla profondità raccomandata fosse associata a maggiori percentuali di ROSC e di sopravvivenza.²¹⁰ ERC riconosce che i valori assoluti di profondità in base all'età (4 cm e 5 cm) raccomandati dal CoSTR ILCOR possono essere solo approssimativi, in quanto il diametro anteroposteriore del torace aumenta continuamente durante la crescita. Alcuni studi hanno indicato che nella maggior parte delle età pediatriche tali valori di profondità superano spesso la misura di un terzo del diametro anteroposteriore e nei lattanti possono superarne la metà.²¹¹⁻²¹³ Inoltre, mirare a un terzo del diametro antero-posteriore nei bambini di età >12 anni può generare profondità di compressione superiori al limite raccomandato per l'adulto di 6 cm.²¹² Evidenze recenti suggeriscono che porsi l'obiettivo di comprimere di "almeno un terzo del diametro antero-posteriore" produce compressioni toraciche più profonde e più

adeguate sul manichino rispetto a mirare ai valori assoluti di 4 o 5 cm.^{214,215} La profondità delle compressioni toraciche è spesso troppo scarsa nei bambini.^{216,217} Pertanto ERC raccomanda di comprimere la metà inferiore dello sterno di almeno un terzo del diametro antero-posteriore del torace. Negli adolescenti la profondità delle compressioni deve essere la stessa prevista per gli adulti (5–6 cm). Non sono state identificate evidenze tali da modificare la raccomandazione di rilasciare completamente la pressione sul torace dopo ogni compressione. La velocità del rilasciamento non è risultata associata al ROSC.^{218,219} Studi recenti supportano l'indicazione attuale di mantenere più brevi possibili le pause durante le compressioni toraciche (<5 sec.).^{220,221}

Non vi sono nuove evidenze che modifichino la posizione anatomica raccomandata per le placche da defibrillazione, così come descritta nelle presenti Linee Guida (*Figura 14 e 15*).²²² L'utilizzo di placche più grandi e della posizione antero-posteriore permette il passaggio di una maggior quantità di corrente attraverso il torace, ma l'impatto di questo aspetto sugli esiti resta sconosciuto.²²³ ERC raccomanda, basandosi sull'opinione di esperti, che le placche siano applicate in posizione antero-posteriore quando la modalità pediatrica del DAE è attivata (vale a dire fino a 25 kg). Nei bambini più grandi è possibile utilizzare anche la posizione antero-laterale, come negli adulti, purché le placche possano essere posizionate in modo da non toccarsi. Girare sul lato un bambino grande per applicare la placca posteriore è verosimilmente più difficile, cosa che può provocare una pausa più lunga nelle compressioni toraciche e portare a un posizionamento inaccurato della placca posteriore.

I bambini ad alto rischio di arresto cardiaco (cardiomiopatie, miocardite, canalopatie, cardiopatie congenite, disfunzioni del sistema nervoso autonomo) possono beneficiare di un DAE a domicilio, in attesa dell'impianto di un defibrillatore, quando le risorse lo consentono.²²⁴

Considerazioni relative alle deviazioni dall'algoritmo

Sulla base delle evidenze ILCOR, ERC raccomanda che, se una persona non vuole o non è in grado di eseguire immediatamente le ventilazioni di soccorso (ad es. se non è disposto ad eseguire la ventilazione bocca-bocca e pallone e maschera non sono disponibili), inizi immediatamente le compressioni toraciche; le ventilazioni devono essere aggiunte appena possibile. Ciò riduce il ritardo nell'inizio delle compressioni toraciche.¹⁸¹

Per i soccorritori addestrati, la manovra di sublussazione della mandibola può essere un metodo per aprire le vie aeree migliore rispetto all'estensione del capo-sollevamento del mento, soprattutto nei pazienti vittima di trauma. La sublussazione della mandibola sembra essere anche la modalità più efficace per mantenere la pervietà delle vie aeree durante la ventilazione con pallone e maschera. I professionisti sanitari possono utilizzare pallone e maschera con ossigeno per il PBLIS se addestrati. Possono anche utilizzare una pocket mask nei bambini più grandi e negli adolescenti. La maggior parte dei soccorritori ha necessità di utilizzare entrambe le mani per mantenere aperte le vie aeree, quando usa una maschera facciale e applica la manovra di sublussazione della mandibola.²²⁵

In linea con l'aggiornamento del CoSTR ILCOR, ERC raccomanda di attivare la modalità RCP del letto, se disponibile, per aumentare la rigidità del materasso in caso di arresto cardiaco intra-ospedaliero.¹⁹⁹ Per i sistemi che già utilizzano routinariamente le tavole rigide durante la RCP, non vi sono evidenze sufficienti per sconsigliarne l'uso. Al contrario, le evidenze non sono sufficienti ed esiste qualche preoccupazione su possibili danni per giustificarne l'introduzione nei sistemi in cui non sono già in uso.

Uno studio di simulazione suggerisce che compressioni toraciche efficaci possono essere eseguite con la tecnica a due pollici restando alla testa del lattante: ciò può essere applicato da professionisti sanitari addestrati che operano in spazi molto ristretti.²²⁶ L'esecuzione delle compressioni toraciche mentre si cammina non è raccomandata, salvo circostanze eccezionali, perché la qualità delle compressioni è limitata.²²⁷

Solo nel caso in cui il soccorritore sia solo e non abbia un telefono prontamente disponibile, si deve eseguire un minuto di RCP prima di andare a cercare aiuto. Non vi sono nuove evidenze che giustifichino il cambiamento di questa raccomandazione storica; si tratta inoltre di una situazione che sta diventando oggi sempre più rara.

Ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo

L'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo è un'emergenza relativamente frequente, soprattutto nei bambini piccoli. La rimozione precoce del corpo estraneo da parte degli astanti è associata ad una migliore sopravvivenza con buon esito neurologico.^{228,229} La maggior parte degli episodi avviene durante il pasto ed è spesso testimoniata.²²⁸ Semplici interventi da parte degli astanti sono efficaci in oltre il 75% dei casi e migliorano la sopravvivenza se effettuati prima dell'evoluzione verso l'arresto cardiaco.^{229,230} Le compressioni addominali e toraciche sono meno efficaci come primo intervento rispetto

ai colpi interscapolari e sono associate ad una minore possibilità di successo e a più lesioni correlate all'intervento.²²⁹ Tuttavia, le compressioni addominali possono essere più efficaci nei bambini che negli adulti.²³¹ ERC continua quindi a raccomandare di iniziare con i colpi interscapolari e alternarli con le compressioni addominali nei bambini più grandi o con le compressioni toraciche nel lattante (*Figura 16 e 22*). Si raccomanda di utilizzare la tecnica a due pollici con le altre dita che circondano il torace per le compressioni toraciche nei lattanti, invece della tecnica a due dita precedentemente consigliata. Tale raccomandazione è stata formulata perché la tecnica a due pollici permette di eseguire compressioni più profonde e di esercitare maggiore pressione rispetto alla tecnica a due dita, è più semplice da spiegare agli assistenti da parte dell'operatore di Centrale Operativa e semplifica l'insegnamento, visto che si utilizza un'unica tecnica sia per la RCP che per la disostruzione.

ERC ha revisionato le evidenze riguardanti i dispositivi a suzione pubblicizzati e commercializzati come dispositivi per la disostruzione delle vie aeree. Finché non saranno disponibili dati aggiuntivi provenienti da studi indipendenti dalle case produttrici, ERC, così come ILCOR, non possono formulare raccomandazioni a favore o contro l'utilizzo di questi dispositivi per mancanza di evidenze che abbiano un'elevata affidabilità scientifica.^{228,232} Le motivazioni sono discusse più dettagliatamente nelle Linee Guida ERC 2025 sul Primo Soccorso.²³³

Paediatric Advanced Life Support

Riconoscimento dell'arresto cardiaco

I soccorritori non sanitari devono identificare la necessità di rianimazione in base alla contemporanea presenza di incoscienza e respirazione assente o anormale. Per gli operatori sanitari, il riconoscimento dell'arresto cardiaco deve essere basato sulla valutazione clinica (assenza di segni vitali) o dei parametri monitorati, quali ad esempio un cambiamento del tracciato ECG, la perdita della SpO₂ e/o della EtCO₂ o un crollo improvviso della pressione arteriosa. È importante ricordare che la RCP deve essere iniziata anche nei bambini che sviluppano una grave bradicardia con segni di perfusione molto bassa nonostante un adeguato supporto respiratorio, in quanto le loro condizioni possono rapidamente deteriorarsi fino all'arresto cardiaco. Se durante il PALS si osserva un cambiamento del tracciato ECG in un ritmo organizzato, in grado di produrre una gittata cardiaca, i professionisti sanitari possono utilizzare i segni vitali insieme con altre valutazioni accessorie quali il controllo del polso e della pressione arteriosa, l'onda sfigmica della SpO₂ e il POCUS, per determinare se si è ottenuto il ROSC. Se si esegue il controllo manuale del polso, questo deve essere quanto più rapido possibile e certamente non deve eccedere i 5 secondi.²²⁰

Durante il processo che ha portato alle Linee Guida ERC 2025, è stata revisionata l'utilità del controllo manuale del polso come indicatore della necessità di iniziare la RCP e per identificare una gittata cardiaca durante le pause della RCP. Un CoSTR ILCOR ha concluso che la palpazione del polso è inaffidabile come determinante di arresto cardiaco e della necessità di iniziare le compressioni toraciche.¹⁸⁰ Gli autori raccomandavano che gli operatori sanitari iniziassero o continuassero la RCP, a meno che non potessero palpare un polso entro 10 secondi. Un CoSTR ILCOR ha identificato una serie di casi che dimostrava una buona accuratezza del POCUS eseguito da operatori formati per rilevare i polsi durante un arresto cardiaco pediatrico, ma ha ritenuto che questa evidenza fosse insufficiente per formulare una raccomandazione di trattamento.¹⁸⁰ Negli adulti la valutazione del polso mediante il POCUS può essere superiore al controllo manuale per la determinazione del ROSC e durante l'arresto cardiaco.^{234,235} Tuttavia ciò non implica necessariamente un vantaggio clinico e comunque non vi sono evidenze derivanti da studi pediatrici. È ipotizzabile che i pazienti che presentano un polso rilevabile unicamente con il POCUS abbiano una circolazione insufficiente a giustificare l'interruzione o il mancato inizio della rianimazione. In sintesi, ERC raccomanda di non modificare le indicazioni attuali relative al controllo del polso durante la rianimazione pediatrica.

Le precedenti Linee Guida raccomandavano di trattare immediatamente con RCP la bradicardia con segni di scarsa perfusione, anche con un polso palpabile.⁶⁸ ILCOR ha recentemente condotto una scoping review allo scopo di identificare studi riguardanti il trattamento di bambini con bradicardia e scarsa perfusione.¹⁵² In quasi tutti gli studi, all'analisi univariata le percentuali di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera erano più alte quando l'arresto cardiaco era dovuto ad una bradicardia documentata come primo ritmo associata a scarsa perfusione (43–77%), rispetto al PEA o all'asistolia. I pazienti che ricevevano la RCP per una bradicardia con scarsa perfusione e mantenevano tale ritmo, avevano percentuali di sopravvivenza più elevate rispetto a quelli che progredivano fino all'assenza di polso. ILCOR non ha identificato dati che potessero supportare qualsiasi raccomandazione in merito ad atropina, adrenalina e pacing transcutaneo. ERC considera che i potenziali benefici di una RCP precoce superino il basso rischio di danno derivante da una RCP inappropriata. ERC raccomanda di iniziare la RCP nei bambini con bradicardia e scarsa perfusione che non

rispondono all'ossigeno e alla ventilazione. Non vi sono al momento studi sull'impatto delle compressioni toraciche sulla sopravvivenza di bambini in stato di shock con perfusione molto bassa, ma che non presentano bradicardia (ad es. in caso di tachicardia sopraventricolare).

Defibrillazione

Non sono state identificate nuove evidenze relative all'utilizzo degli elettrodi per la defibrillazione. Le presenti raccomandazioni sono state basate su un CoSTR ILCOR sulla posizione e sulle dimensioni delle piastre/placche negli adulti e nei bambini.²²² Non sono state identificate nuove evidenze in ambito pediatrico.²¹⁶ Pertanto tutte le raccomandazioni sono basate su evidenze indirette derivanti dagli adulti, tutte di scarso livello di certezza.

Le piastre metalliche sono ancora in uso in alcuni contesti a risorse limitate. Alcuni dispositivi di feedback per le compressioni toraciche, il DAE e il posizionamento preventivo di un defibrillatore manuale richiedono l'utilizzo di placche adesive. La posizione antero-posteriore e la carica del defibrillatore durante le compressioni toraciche sono più difficili se si utilizzano le piastre metalliche. Se applicate saldamente sul torace, c'è poca differenza nell'impedenza transtoracica tra piastre metalliche e placche adesive.²²³ ERC raccomanda che vengano preferite le placche adesive rispetto alle piastre metalliche: queste ultime possono essere utilizzate solo se le placche adesive per la defibrillazione non sono disponibili.

Attualmente la posizione antero-posteriore è raccomandata per i bambini piccoli mentre la posizione antero-laterale per i bambini più grandi. Sembra che la posizione antero-posteriore sia almeno non inferiore alla posizione antero-laterale.^{236,237} Tuttavia, quando si utilizza la posizione antero-posteriore, ruotare il bambino su un fianco per applicare la placca posteriore può essere più difficoltoso se si tratta di un bambino grande o di un adolescente, in particolare se il numero dei soccorritori è limitato. Nonostante manchino dati pediatrici, evidenze provenienti dall'adulto suggeriscono che, in caso di fibrillazione ventricolare refrattaria, cambiare il vettore della defibrillazione può migliorare l'outcome e il successo della defibrillazione.^{238,239} Nei bambini più grandi, ciò comporterebbe la necessità di sostituire le placche (ad es. spostandole dalla posizione antero-laterale alla posizione antero-posteriore).

Ritmi defibrillabili

I dati sulla defibrillazione pediatrica sono limitati e complessi da interpretare.²⁴⁰ ERC raccomanda di utilizzare 4 J/kg per la prima scarica e per le successive, prendendo in considerazione livelli di energia maggiori in caso di ritmo defibrillabile refrattario (fino a 8 J/kg dopo 5 tentativi di defibrillazione).

Un CoSTR ILCOR e uno studio su registri ha riscontrato una maggiore sopravvivenza alla dimissione ospedaliera nei bambini con FV che avevano ricevuto una dose iniziale di energia di 1,7-2,5 J/kg, rispetto a quelli che avevano ricevuto dosi > 2,5/kg.^{241,242} Tuttavia questo studio metteva a confronto una pratica standard per il contesto (vale a dire 2 J/kg in Nord America) con una pratica non standard, cosa che può rappresentare un fattore confondente. ERC considera che le evidenze non siano sufficienti a giustificare un cambiamento della raccomandazione attuale di utilizzare 4 J/kg come dose standard di energia per la defibrillazione. Sembra ragionevole non utilizzare dosi superiori a quelle raccomandate per l'adulto. Prendere in considerazione di aumentare la dose, aumentando gradualmente fino a 8 J/kg, se sono necessari più di 5 shock.

Non sono stati identificati studi che affrontassero specificamente il timing delle defibrillazioni e dei controlli del ritmo nei bambini. Uno studio su registri ha riscontrato che una durata crescente delle pause nelle compressioni toraciche era associata ad una più bassa probabilità di ROSC e di sopravvivenza.²²⁰ Ciò conferma il suggerimento attuale di ridurre al minimo la durata delle pause per il controllo del ritmo. Non sono state identificate nuove evidenze riguardanti gli effetti della RCP prima della defibrillazione.

Ossigenazione e ventilazione durante il PALS

Un recente CoSTR ILCOR non ha identificato ulteriori evidenze riguardanti la titolazione dell'ossigeno.²⁰¹ Pertanto ERC continua a raccomandare di utilizzare ossigeno al 100%.

ERC raccomanda di utilizzare la tecnica a due operatori per la ventilazione con pallone e maschera per aumentarne l'efficacia. Se sono disponibili solo due soccorritori, quello che esegue le compressioni toraciche aiuterà anche con le ventilazioni, cosa che potrebbe aumentare la durata delle pause delle compressioni toraciche. Se sono presenti più soccorritori, il ruolo della gestione della ventilazione e quello delle compressioni toraciche devono essere assegnati a persone diverse, minimizzando le pause nelle compressioni e garantendo una RCP continua e di alta qualità.

ILCOR ha recentemente pubblicato un CoSTR sulla gestione avanzata delle vie aeree durante l'ALS.²⁴³ ERC aderisce alla raccomandazione che i professionisti sanitari debbano utilizzare pallone e maschera durante un arresto cardiaco pediatrico extra-ospedaliero. Non vi sono al momento evidenze di alta qualità che permettano di raccomandare o sconsigliare la ventilazione con pallone e maschera rispetto all'intubazione tracheale o al posizionamento di un presidio sovraglottico durante l'arresto cardiaco pediatrico intra-ospedaliero. ERC sottolinea che una ventilazione efficace con ossigeno e compressioni toraciche di alta qualità sono essenziali per ottenere il ROSC. Pertanto ERC raccomanda che i professionisti sanitari passino ad una gestione avanzata delle vie aeree (dispositivo sovraglottico o tubo endotracheale) quando sono disponibili le risorse e le competenze per un corretto posizionamento senza interferenze con le compressioni toraciche.

ILCOR ha inoltre revisionato le frequenze di ventilazione durante l'arresto cardiaco pediatrico, senza identificare evidenze rilevanti provenienti dalla letteratura.^{38,244} Sulla base dell'opinione di esperti, le frequenze di ventilazione dovrebbero essere vicine alla frequenza respiratoria normale per l'età; devono essere evitate sia l'iperventilazione che l'ipoventilazione durante la rianimazione pediatrica con un presidio per la gestione avanzata delle vie aeree in sede. Dopo che è stato posizionato un dispositivo per la gestione avanzata delle vie aeree, la ventilazione a pressione positiva può essere asincrona (alla frequenza appropriata per età) e le compressioni toraciche continue (interrompendosi solo ogni due minuti per il controllo del ritmo). Tuttavia ERC raccomanda che i soccorritori interrompano le compressioni toraciche continue e ritornino ad un rapporto compressioni:ventilazioni di 15:2, se sono in dubbio sull'efficacia della ventilazione.

Farmaci nel PALS

Farmaci vasoattivi

Le evidenze restano molto deboli riguardo all'intervallo di somministrazione ottimale dell'adrenalina durante la RCP nei bambini.^{38,201,245} ERC continua a raccomandare la somministrazione di adrenalina appena possibile nell'arresto cardiaco pediatrico con ritmo non defibrillabile, idealmente entro i primi tre minuti. L'intervallo di somministrazione resta di 3-5 minuti durante il PALS. Nei pazienti che stanno già ricevendo un'infusione di farmaci vasoattivi all'inizio della RCP, un intervallo più breve (meno di 3 minuti) sembra associarsi ad una maggiore possibilità di ROSC e di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera con esito neurologico favorevole.²⁴⁵ Nella pratica clinica, ERC raccomanda di somministrare l'adrenalina ogni 4 minuti (un ciclo sì e un ciclo no), periodo che rientra comunque nell'intervallo di 3-5 minuti, e di somministrare la prima dose di adrenalina dopo 4 minuti nei ritmi defibrillabili. Altri farmaci vasoattivi (vasopressina, terlipressina, milrinone, noradrenalina) sono stati utilizzati, ma le evidenze restano molto deboli e attualmente si consiglia di somministrarli solo in ambiti di ricerca controllata.³⁸

Farmaci antiaritmici

Non sono state identificate nuove evidenze che giustifichino un cambiamento delle raccomandazioni attuali sull'amiodarone e la lidocaina, descritte nella parte relativa alla sequenza di azioni nel PALS.

Bicarbonato di sodio

ERC ha preso in considerazione una meta-analisi e un'analisi secondaria di uno studio prospettico non randomizzato nel formulare la raccomandazione di non somministrare routinariamente bicarbonato di sodio nell'arresto cardiaco.^{246,247} Entrambi gli studi riportavano una riduzione della sopravvivenza alla dimissione ospedaliera quando il bicarbonato era stato utilizzato durante la rianimazione pediatrica.

Magnesio

Non sono state identificate nuove evidenze di alta qualità su questo argomento ad eccezione di un singolo studio di registro inconclusivo.²⁴⁸ ERC raccomanda di non somministrare routinariamente il magnesio durante l'arresto cardiaco pediatrico. Il magnesio è indicato in caso di ipomagnesiemia documentata o di torsione di punta, indipendentemente dalla causa.

Calcio

Poiché non sono state identificate nuove evidenze, ERC continua a raccomandare di non somministrare routinariamente

il calcio nei lattanti e nei bambini in arresto cardiaco in assenza di ipocalcemia, sovradosaggio da calcio-antagonisti o ipermagnesiemia.

Parametri misurabili durante il PALS

Pressione arteriosa

Le precedenti Linee Guida ERC non formulavano raccomandazioni a favore o contro l'utilizzo della pressione arteriosa diastolica per guidare le manovre rianimatorie nei bambini in arresto cardiaco, per mancanza di evidenze.⁶⁸ Un recente CoSTR ILCOR sulla pressione arteriosa intra-arresto ha individuato solo cinque studi osservazionali.²⁴⁹ Sebbene la misurazione invasiva della pressione arteriosa sia generalmente disponibile soltanto in contesti ad alte risorse, i bambini che hanno tale monitoraggio in sede sono anche quelli a rischio più elevato di arresto cardiaco, cosa che rende utile una raccomandazione.^{250,251} ERC raccomanda di porsi come obiettivo una pressione diastolica intra-arresto ≥ 25 mmHg nei lattanti <1 anno e ≥ 30 mmHg nei bambini 1–18 anni, quando il monitoraggio invasivo è già in atto al momento dell'arresto.

Capnografia (ETCO₂)

Le evidenze pediatriche disponibili indicano che la capnografia può migliorare la qualità della RCP, aumentare l'aderenza alle linee guida e aiutare a rilevare il ROSC.^{252–255} Tuttavia, non sono stati definiti valori specifici che possano guidare le terapie intra-arresto o che possano indicare se continuare o interrompere la RCP.²⁵³ Dati provenienti da un ampio studio multicentrico suggeriscono che mirare ad una ETCO₂ >20 mmHg durante l'arresto sia associato a valori pressori più elevati e maggiore sopravvivenza alla dimissione ospedaliera.²⁵³

Near-infrared spectroscopy (NIRS)

Sebbene un evidence update ILCOR e uno studio multicentrico suggeriscano un'associazione tra maggiore ossigenazione cerebrale intra-arresto ed esito migliore della rianimazione, le evidenze restano insufficienti per formulare una raccomandazione a favore o contro l'utilizzo routinario della NIRS cerebrale durante l'arresto cardiaco pediatrico.^{201,256}

Ecografia point-of-care (POCUS)

Un evidence update ILCOR ha individuato due piccoli studi sull'ecografia point-of-care che includevano arresti cardiaci pediatrici, uno dei quali era una piccola serie di casi che descriveva la fattibilità del POCUS durante l'arresto per valutare la contrattilità ventricolare e la presenza di versamento pericardico.²⁵⁷ ERC raccomanda di prendere in considerazione il POCUS (come definito nell'evidence update) come strumento diagnostico aggiuntivo quando vi sia il sospetto clinico di una specifica causa reversibile, se esso può essere eseguito da personale esperto senza interrompere la RCP.

Emogasanalisi ed esami ematici point-of-care

Non sono state identificate nuove evidenze su quest'argomento. ERC raccomanda di non utilizzare valori specifici come indicatori per iniziare o interrompere le manovre rianimatorie. Nel caso in cui vengano identificate alterazioni metaboliche correggibili, esse devono essere trattate.

Supporto vitale extracorporeo (Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation - ERCP)

Poche nuove evidenze di alta qualità sull'utilizzo dell'ERCP nell'arresto cardiaco pediatrico sono state identificate in un recente CoSTR ILCOR e in una revisione sistematica.^{201,258} L'outcome primario in tali pubblicazioni era la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera e gli esiti neurologici venivano riportati raramente.

L'ERCP è una terapia ad alta intensità di risorse e il successo dipende da fattori organizzativi a livello ospedaliero, quali l'esperienza nell'utilizzo del supporto vitale extracorporeo e la disponibilità di un team multidisciplinare attivo 24/7. In linea con il recente CoSTR ILCOR, ERC raccomanda di considerare l'ERCP come intervento precoce (ad es. entro 5-10 minuti dall'inizio della RCP) in casi selezionati di lattanti e bambini (ad es. con patologie cardiache) con IHCA refrattario alla RCP convenzionale, in contesti in cui un programma di ERCP sia stato implementato con buoni risultati.²⁰¹ Le evidenze riguardanti l'OHCA pediatrico sono insufficienti per poter formulare delle raccomandazioni di trattamento. Tuttavia, è stato riportato recentemente l'utilizzo con successo dell'ERCP in casi di OHCA con ritmo defibrillabile, annegamento o grave ipotermia. ERC riconosce tali recenti sviluppi e considera che, in casi selezionati e quando le risorse lo consentono, l'ERCP rappresenti un'opzione per migliorare la sopravvivenza.

Arresto cardiaco in circostanze speciali

Anafilassi

I trigger più comuni di anafilassi nei bambini in Europa sono: alimenti (inclusi latte vaccino, uovo, frutta a guscio e pesce - 65%), veleno di insetti (20%) e farmaci (5%). In alcuni casi (fino al 30%) non è possibile identificare un trigger evidente. Un CoSTR ILCOR non ha identificato nuovi studi relativi al riconoscimento dell'anafilassi.¹⁷¹ I sintomi importanti comprendono l'esordio acuto (minuti-ore) con difficoltà respiratoria, respiro sibilante o tosse, edema del viso o di altre parti del corpo, shock, confusione o ipotonia nei bambini piccoli, diarrea, nausea, vomito e dolore addominale. L'anafilassi può coinvolgere un singolo apparato e i segni cutanei sono assenti nel 10-20% dei casi.²⁵⁹ I primi soccorritori possono essere addestrati a riconoscere l'anafilassi.

Se si sospetta un'anafilassi, è necessario attivare il Sistema di Emergenza Territoriale. Tutti i bambini che hanno avuto una reazione anafilattica devono essere valutati da un medico (ad es. un pediatra o un medico d'urgenza). Se i sintomi si risolvono completamente in fase pre-ospedaliera dopo una singola dose di adrenalina, il ricovero in ospedale non è sempre necessario.²⁵⁹ Sollevare gli arti inferiori può aumentare il ritorno venoso e la gittata cardiaca, ma può anche compromettere la ventilazione.²⁶⁰

ERC raccomanda la somministrazione intramuscolare di adrenalina nel vasto laterale del muscolo quadricipite, efficace e rapidamente assorbita, preferibile alla via sottocutanea o endovenosa.²⁶¹ Esistono poche evidenze sugli esiti dell'utilizzo di altre vie di somministrazione dell'adrenalina nei bambini, compreso lo spray nasale di adrenalina.²⁶² La somministrazione tempestiva di adrenalina è fondamentale. Una seconda dose è necessaria nel 7-18% dei casi e deve essere somministrata dopo 5 minuti se i sintomi dell'anafilassi grave persistono.²⁶³ La somministrazione tardiva dell'adrenalina è associata a reazioni prolungate, ipotensione ed esiti fatali. L'anafilassi refrattaria, che richiede più di due dosi di adrenalina con sintomi persistenti, si verifica nell'1% dei casi e richiede trattamento specialistico ospedaliero, spesso mediante infusione endovenosa di adrenalina.

ERC raccomanda di non somministrare steroidi nell'anafilassi, tranne quando essa sia associata ad asma, in quanto non vi sono evidenze solide sulla loro utilità.^{261,264,265} Il glucagone EV può avere un ruolo nei casi con risposta inadeguata all'adrenalina, in particolare nei pazienti in terapia con beta-bloccanti.²⁵⁹

Dato che metà dei pazienti con reazione bifasica presenta la seconda fase entro 6-12 ore, è consigliata un'osservazione prolungata (12-24 ore) nei bambini con anamnesi di reazione bifasica o prolungata o con storia di asma, in quelli che hanno necessitato di più di una dose di adrenalina IM o quando l'adrenalina è stata somministrata per la prima volta più di 60 minuti dopo l'esordio dei sintomi.⁶⁸

L'identificazione dell'allergene è importante per prevenire future reazioni. L'analisi della triptasi sierica, se eseguita nei tempi appropriati, può confermare la diagnosi di anafilassi. I livelli sierici raggiungono un picco 1-2 ore dopo la reazione e spesso si normalizzano entro 6-8 ore. Tutti i bambini devono essere inviati a un allergologo per la gestione a lungo termine; devono inoltre ricevere una prescrizione per due autoiniettori di adrenalina e devono essere istruiti sul loro utilizzo.^{259,266-269}

Arresto cardiaco traumatico

L'arresto cardiaco è raro nel trauma pediatrico, ma può rappresentare la causa del 10-40% degli OHCA pediatrici. La sopravvivenza è molto bassa (2-5%), ma tra i sopravvissuti sono riportati esiti buoni o moderati.²⁷⁰⁻²⁷⁴ Le compressioni toraciche sono meno efficaci in caso di ipovolemia e tamponamento cardiaco e il loro impatto sugli esiti nell'arresto cardiaco traumatico è incerto.^{270,275-280} Per questo motivo i soccorritori professionisti devono dare priorità all'individuazione e al trattamento delle cause potenzialmente reversibili. Si utilizza l'acronimo HOTT: Hypotension (ipotensione), Oxygenation (ipossia), Tension pneumothorax (pneumotorace iperteso) e cardiac Tamponade (tamponamento cardiaco).²⁸¹ Questi interventi devono essere eseguiti prioritariamente o contemporaneamente alla RCP. Non vi sono evidenze sufficienti a supportare un protocollo di rianimazione per il trauma specifico per gli equipaggi dei Servizi di Emergenza Territoriale.^{275,282}

Arrestare una grave emorragia esterna può essere salvavita e ha priorità rispetto all'avvio delle compressioni toraciche in un bambino incosciente. La pressione manuale diretta, le medicazioni emostatiche o compressive, un binder pelvico o un laccio emostatico possono tutti essere provvedimenti efficaci.^{283,284} Se si utilizza un tourniquet, è preferibile usare un dispositivo commerciale meccanico a verricello (windlass tourniquet) e applicarlo a monte della lesione, ma non su un'articolazione. Stringere il laccio fino a che il sanguinamento non si ferma e prendere nota dell'orario di applicazione. Solo personale sanitario formato dovrebbe rimuoverlo. La pressione manuale sull'arteria brachiale o femorale può

essere inefficace.²⁸⁵ Il riempimento volemico per correggere lo shock emorragico deve includere gli emoderivati non appena essi sono disponibili.

Minimizzare i movimenti del rachide, purché ciò non comprometta la rianimazione (ad es. interferendo con la pervietà delle vie aeree). Il collare cervicale non è raccomandato. Dedicare tempo all'immobilizzazione può essere dannoso in caso di trauma penetrante, specialmente se è indicata una toracotomia rianimatoria.^{285,286}

Il ruolo dell'adrenalina nell'arresto cardiaco traumatico è controverso. Una revisione sistematica e meta-analisi, riguardante principalmente pazienti adulti, ha rilevato che l'adrenalina non migliora il ROSC o la sopravvivenza a breve termine.²⁸⁷ L'adrenalina può essere più utile in condizioni specifiche, come la vasoplegia da lesione spinale.²⁷⁶ In assenza di dati conclusivi sugli esiti, ERC continua a raccomandare la somministrazione di adrenalina EV/IO nell'arresto cardiaco traumatico pediatrico, ma sottolinea che controllare le emorragie importanti e trattare le cause reversibili (HOTT) hanno la priorità rispetto alla somministrazione di adrenalina.

I ritmi defibrillabili sono rari, verificandosi nel 2-7% degli arresti cardiaci traumatici in età pediatrica, ma possono essere associati ad un esito migliore.^{276,279} Un ritmo defibrillabile può essere secondario a ipossia o ipovolemia, che devono essere trattate prioritariamente per aumentare le probabilità di successo della defibrillazione. Pertanto, HOTT ha priorità sull'applicazione di un DAE, salvo nei casi di elettrocuzione o contusione cardiaca.

In caso di pneumotorace iperteso traumatico, la toracostomia digitale sembra più efficace della decompressione con ago e presenta un rischio molto basso di complicanze gravi.²⁸⁸

La toracotomia rianimatoria è un intervento tempo-dipendente ed ha esiti migliori nei traumi penetranti rispetto ai traumi chiusi.²⁸⁹ Essa richiede competenze, attrezzature e sistemi specifici, ma è probabilmente l'opzione migliore in caso di tamponamento cardiaco traumatico. Se non è possibile eseguirla, il tamponamento cardiaco deve essere trattato mediante una pericardiocentesi eseguita tramite una mini-toracotomia sottosternale oppure posizionando un drenaggio di grosso calibro. Se disponibile, il POCUS deve essere utilizzato per guidare la pericardiocentesi percutanea.

L'esperienza con il supporto vitale extracorporeo nell'arresto cardiaco traumatico in età pediatrica è troppo limitata per poter formulare raccomandazioni a favore o contro le sue possibili indicazioni e tecniche.

Annegamento

L'annegamento è il processo in cui si verifica una compromissione respiratoria dovuta a immersione/sommersione in un liquido, solitamente acqua, ed è una causa importante di morbidità e mortalità pediatrica in tutto il mondo.²⁹⁰ La prevenzione dell'arresto cardiaco è incentrata sul trattamento dell'ipossia e dell'insufficienza respiratoria in presenza di polmoni potenzialmente poco complianti e sulla gestione dell'ipotermia. La gestione dell'arresto cardiaco prevede la correzione di ipossia e ipotermia. È necessario prestare attenzione a possibili cause sottostanti dell'annegamento, quali aritmie, epilessia, intossicazioni o traumi.

Le considerazioni seguenti sono tratte dal recente CoSTR ILCOR sull'annegamento.²⁰¹

L'ipossia è il meccanismo principale che porta il bambino annegato all'arresto cardiaco e deve essere trattata appena possibile. La ventilazione del bambino mentre è ancora in acqua è fattibile per chi è specificamente addestrato a questa tecnica, ma non deve ritardare altri interventi.^{291,292} Nei lattanti l'annegamento avviene per lo più in casa o in piccoli specchi d'acqua, dove i tempi di soccorso sono brevi, e quindi la rapida rimozione dall'acqua può essere l'opzione migliore.²⁹³

La strategia "ventilation-first" (ABC) è lo standard nella RCP pediatrica e sottolinea l'importanza della correzione dell'ipossia. Non vi sono evidenze che un approccio diverso sia superiore.^{292,294} I soccorritori addestrati devono effettuare ventilazioni bocca-bocca, con pocket mask o con pallone e maschera. La ventilazione tramite tubo tracheale ottimizza l'ossigenazione e può superare l'aumentata resistenza delle vie aeree e la ridotta compliance polmonare. È raccomandata una precoce intubazione tracheale da parte di operatori competenti nella tecnica.²⁹⁵

Iniziare una RCP di alta qualità per correggere l'ipossia ha la priorità rispetto a collegare un DAE. L'incidenza di un ritmo defibrillabile dopo annegamento è stata stimata tra il 2 e il 14% e non è chiaro se questi casi siano associati ad un esito migliore.^{281,294-299}

L'annegamento è spesso associato a ipotermia, definita come temperatura corporea centrale inferiore a 35°C. L'ipotermia grave (<28°C) può causare arresto cardiaco. Non esiste un recente CoSTR ILCOR sull'ipotermia accidentale nei bambini non in arresto cardiaco. Le raccomandazioni ERC si basano su linee guida precedenti e sul consenso degli esperti.

Rimuovere gli abiti bagnati. Un riscaldamento esterno attivo è di solito sufficiente quando la temperatura corporea centrale è superiore a 30°C. Il riscaldamento interno attivo è indicato quando la temperatura corporea centrale è inferiore a 30°C. Durante il riscaldamento si verifica una vasodilatazione, con possibile ipotensione, che richiede infusione endovenosa di liquidi riscaldati, evitando però il sovraccarico idrico. Un riscaldamento rapido mediante doccia calda o immersione in acqua calda in un bambino che ha ancora circolo è potenzialmente dannoso, potendo provocare ipotensione e “after-drop” (ulteriore brusco abbassamento) della temperatura centrale. Non vi sono evidenze a favore di una specifica velocità di riscaldamento nei bambini ipotermici con circolo; uno studio condotto sugli adulti suggerisce una mortalità aumentata (a tutte le età e con temperatura iniziale di 30,5°C) se il riscaldamento è più lento, pari a <math><1^\circ\text{C}/\text{ora}</math>. ^{300–302} Nei bambini con ipotermia grave e circolazione integra è stato descritto l’uso di lavaggi con soluzione fisiologica calda dello spazio pleurico sinistro, della vescica, dello stomaco o della cavità peritoneale, ma non esistono studi comparativi in età pediatrica.

L’esperienza con il supporto vitale extracorporeo in caso di arresto cardiaco ipotermico o di grave insufficienza respiratoria dopo annegamento è in aumento, ma i dati restano insufficienti per poter formulare raccomandazioni sui criteri di selezione o sulla tempistica di avvio di tali tecniche. ³⁰³

Sebbene temperature centrali più basse siano in genere associate a tempi di immersione più lunghi e ad una prognosi peggiore, l’ipotermia può in rari casi avere un effetto neuroprotettivo dopo annegamento, soprattutto quando si instaura precocemente e rapidamente e precede l’ipossia. ^{293,304–306}

Ipotermia

È difficile misurare correttamente la temperatura corporea centrale in ambiente pre-ospedaliero. Per questo motivo si raccomanda di utilizzare il sistema Swiss Staging semplificato e revisionato per stimare la temperatura centrale in caso di ipotermia accidentale. ³⁰⁷ Il rischio di arresto cardiaco aumenta con il diminuire della temperatura centrale. I fattori di rischio associati all’arresto cardiaco sono la riduzione del livello di coscienza (P o U della scala AVPU) e l’instabilità cardiocircolatoria (di solito definita come aritmie ventricolari o ipotensione sistolica). In tutti i casi di ipotermia, in ambiente pre-ospedaliero si deve avviare una combinazione di tecniche di riscaldamento passivo e attivo. ³⁰⁶

Sono stati descritti esiti favorevoli in bambini con arresto cardiaco ipotermico che hanno ricevuto RCP per tempi molto prolungati con temperature centrali fino a 10°C. ^{304,305} In caso di ipotermia, la centralizzazione della circolazione può avere un effetto neuroprotettivo. Linee Guida e revisioni recenti supportano l’esecuzione di una rianimazione cardiopolmonare prolungata quando necessario. ^{68,308–311} Di conseguenza, ERC raccomanda di iniziare la RCP appena possibile in tutti i bambini in arresto cardiaco ipotermico e di non utilizzare un valore soglia di temperatura per decidere se iniziare o meno la rianimazione.

Non esistono studi osservazionali o randomizzati sulla defibrillazione o sulla somministrazione di farmaci in caso di ipotermia grave nei bambini. Le raccomandazioni ERC si basano quindi sulle linee guida recenti per pazienti di tutte le età. ^{309,311} Esse raccomandano di somministrare una sola dose di adrenalina finché la temperatura centrale resta <math><30^\circ\text{C}</math>, a meno che non si stia pianificando l’avvio imminente di un supporto vitale extracorporeo. La defibrillazione può essere inefficace a basse temperature, ma i ritmi defibrillabili possono essere trattati mediante defibrillazione quando la temperatura centrale supera i 30°C. ³¹² ERC raccomanda di effettuare un massimo di tre tentativi di defibrillazione finché la temperatura centrale è <math><30^\circ\text{C}</math>. Come nelle precedenti Linee Guida ERC, si continua a raccomandare che ogni bambino in arresto cardiaco ipotermico che abbia una possibilità di esito favorevole venga trasportato rapidamente in un centro specializzato, dove il riscaldamento possa essere eseguito mediante supporto vitale extracorporeo. ^{68,311} Nel periodo in cui la precedente raccomandazione è stata formulata, l’uso del punteggio HOPE (Hypothermia Outcome Prediction after Extracorporeal life support) a fini prognostici era consigliato solo negli adulti. ³¹³ Da allora il punteggio HOPE è stato testato anche in un sottogruppo di bambini, ma le evidenze a supporto del suo utilizzo in età pediatrica restano limitate. ^{314,315}

Una recente rapid review sul riscaldamento di bambini piccoli dopo arresto cardiaco ipotermico associato ad annegamento suggerisce di utilizzare il supporto vitale extracorporeo per rianimare i bambini in cui non si ottiene il ROSC sul campo e di utilizzare il riscaldamento esterno nei bambini in cui si è raggiunto il ROSC. ³¹⁶ Una strategia di supporto vitale extracorporeo basato su un riscaldamento lento, prolungato e ad alto flusso, eseguito in un centro con esperienza specifica, può prevenire l’insufficienza d’organo, preservare la funzione cardiaca e migliorare la sopravvivenza anche dopo una rianimazione prolungata. La velocità ottimale di riscaldamento non è nota. ³⁰¹ Nei contesti in cui esistono strutture ed esperienza, l’ERCP può essere iniziata anche in ambiente pre-ospedaliero.

Sulla base di un'analisi di case report è stato suggerito che, se l'ALS con riscaldamento non porta al ROSC, la terapia possa essere sospesa fino a quando la temperatura centrale ha raggiunto i 34°C.³⁰¹ Una recente linea guida evidence-based suggerisce di interrompere la rianimazione se non si ottiene il ROSC entro 30 minuti, in caso di arresto cardiaco ipotermico associato a trauma o asfissia (ad es. sepoltura in valanga >60 min, temperatura centrale 30°C e vie aeree non pervie); in tali circostanze l'ERCP è controindicata. In tutte le altre situazioni, e alla luce dell'utilizzo con crescente successo dell'ERCP, ERC non è al momento in grado di formulare raccomandazioni sui criteri per la sospensione della rianimazione nell'arresto cardiaco ipotermico pediatrico.

Arresto cardiaco associato a sepsi

La sepsi è una causa frequente di shock nei bambini e può portare ad arresto cardiaco, che in genere ha una prognosi sfavorevole. Al momento non vi sono evidenze tali da raccomandare una deviazione dall'algoritmo PALS standard in caso di arresto cardiaco causato da sepsi. Un controllo precoce del focolaio e la terapia antibiotica sono importanti. Un arresto cardiaco che si verifica poco prima o durante la cannulazione per supporto vitale extracorporeo non deve precluderne l'avvio. Alti flussi in ECMO (superiori a 150 ml/kg/min) possono migliorare gli esiti nei bambini con sepsi.

Pneumotorace iperteso

Lo pneumotorace iperteso è meno comune nei bambini che negli adulti e si osserva principalmente in bambini ventilati, nel trauma e dopo il posizionamento di cateteri venosi centrali.³¹⁷ Lo pneumotorace iperteso deve essere diagnosticato rapidamente e sulla base dei dati clinici (distress respiratorio, dolore toracico, assenza monolaterale di murmure vescicolare, tachicardia e rapido deterioramento emodinamico). L'ecografia point-of-care conferma la diagnosi ma non deve mai ritardare il trattamento.^{311,318} La toracocentesi con ago rimane la prima scelta nello pneumotorace iperteso non traumatico, come misura temporanea per guadagnare tempo in attesa del posizionamento di un drenaggio toracico. Nello pneumotorace iperteso traumatico, soprattutto in ambiente pre-ospedaliero, la toracostomia digitale è più efficace della toracocentesi con ago, richiede meno re-interventi ed è associata a un basso tasso di complicanze.^{288,319} La toracocentesi con ago non deve ritardare la toracostomia digitale.³²⁰ Nell'arresto cardiaco traumatico, il trattamento dello pneumotorace iperteso ha la priorità: se non trattato, ciò impedisce infatti il successo della rianimazione.

Tamponamento cardiaco

Il tamponamento cardiaco è raro in età pediatrica, ma può verificarsi in caso di trauma toracico penetrante, nel post-operatorio di cardiocirurgia e nella pericardite acuta. L'ecografia point-of-care, nelle mani di operatori competenti, è utile per la diagnosi.²⁵⁷ La pericardiocentesi è una procedura relativamente sicura e altamente efficace, se eseguita da operatori esperti.³²¹ In base alla causa (traumatica / non traumatica / post cardiocirurgica) e alle competenze disponibili, le terapie alternative includono la mini-toracotomia, la toracotomia d'emergenza o rianimatoria o la re-sternotomia.

Embolia polmonare

ILCOR ha recentemente revisionato le evidenze sull'embolia polmonare nell'arresto cardiaco pediatrico.³²² L'embolia polmonare viene riportata sempre più spesso nei bambini, sia per un reale aumento di incidenza, sia per una maggiore attenzione dopo la pandemia COVID.³²³⁻³²⁵ La diagnosi clinica è difficile e l'utilità di POCUS/ecocardiografia durante l'arresto cardiaco è incerta.³²⁶ Il quadro clinico dell'embolia polmonare nei bambini è caratterizzato da tachicardia, tachipnea, ipossia, edema unilaterale di un arto, trauma o chirurgia recenti, pregressa tromboembolia, neoplasie, anemia e leucocitosi.³²⁷

La trombolisi è generalmente più efficace della sola anticoagulazione sistemica, ma le evidenze pediatriche sono insufficienti per formulare raccomandazioni definitive in merito a indicazioni, farmaci, timing, dosi o strategia in età pediatrica.^{328,329} Sulla base di una recente revisione narrativa, ERC suggerisce di considerare la somministrazione endovenosa di alteplase in un bambino in arresto cardiaco da embolia polmonare.³²⁹ La trombolisi guidata da catetere è associata, negli adulti, a minore mortalità e meno complicanze ed è preferibile alla terapia sistemica nei pazienti in supporto extracorporeo.^{330,331} L'embolectomia chirurgica è un'opzione terapeutica consolidata negli adulti.³³² Il supporto extracorporeo è stato impiegato con successo anche nei bambini.³³³ Non esistono studi comparativi fra embolectomia chirurgica e supporto extracorporeo con trombolisi nei pazienti pediatrici.

Agenti tossici

L'intossicazione è una causa poco frequente di arresto cardiaco nei bambini, ma l'incidenza di avvelenamenti in generale è in aumento nel mondo.³³⁴ Nei bambini più piccoli, l'intossicazione è nella maggior parte dei casi dovuta all'ingestione accidentale di sostanze presenti in casa (detersivi, farmaci dei genitori, batterie). Negli adolescenti è più comune l'auto-avvelenamento con farmaci terapeutici o droghe ricreative (alcool, amfetamine, analgesici inclusi gli oppioidi).³³⁵ L'intossicazione da monossido di carbonio può verificarsi a qualsiasi età. In ambito sanitario non sono rari sovradosaggi accidentali o interazioni farmacologiche. Gli eventi cardiovascolari pericolosi per la vita sono rari, ma più frequenti negli adolescenti; essi sono associati ad acidosi metabolica e QT lungo. Le intossicazioni da oppioidi e farmaci simpaticomimetici hanno la mortalità più elevata.³³⁴

Il cardine del trattamento è il supporto secondo l'approccio ABCDE, in Terapia Intensiva, correggendo ipossia, ipotensione, disturbi elettrolitici e dell'equilibrio acido-base. Le crisi epilettiche devono essere trattate prontamente con benzodiazepine (evitando la fenitoina nelle intossicazioni).³³⁶ Una precoce gestione avanzata delle vie aeree è necessaria in caso di ostruzione delle vie aeree (ad es. per riduzione del livello di coscienza) o di ventilazione inadeguata e per prevenire l'inalazione del contenuto gastrico. L'ipotensione indotta da farmaci risponde di solito ai boli di liquidi; talvolta sono necessari vasopressori (ad es. noradrenalina) o inotropi (ad es. in caso di sovradosaggio di beta-bloccanti o calcio-antagonisti). Il pacing transcutaneo può essere utile nelle bradicardie gravi da intossicazione.

Esistono poche terapie specifiche che possono essere utili immediatamente, ma in caso di specifiche intossicazioni si dovrebbero considerare i seguenti provvedimenti:

- Emodialisi (metanolo, glicole etilenico, salicilati, litio).
- Emoperfusione su carbone (carbamazepina, fenobarbital, fenitoina, teofillina).
- Emulsione lipidica (ad es. Intralipid®) (anestetici locali).
- Naloxone (oppioidi).
- Alcalinizzazione con bicarbonato di sodio fino ad un pH arterioso di 7,45–7,55 (antidepressivi triciclici con disturbi della conduzione ventricolare).
- Acetilcisteina (paracetamolo).
- Atropina ad alte dosi (organofosforici e gas nervini).

Un'anamnesi accurata è fondamentale per identificare l'agente tossico e la quantità assunta. Deve essere considerata la possibilità di maltrattamento, soprattutto se la storia è incoerente, e di incuria in caso di ripetute ingestioni accidentali. In caso di arresto cardiaco, può essere necessaria una rianimazione prolungata, perché l'agente tossico può venire metabolizzato o eliminato durante il supporto rianimatorio. Bisogna inoltre prendere in considerazione metodiche di rimozione extracorporea (ad es. la dialisi) o il supporto extracorporeo in caso di shock refrattario o di arresto cardiaco, quando la RCP convenzionale non è efficace.^{337–339}

Ipertermia / colpo di calore

L'ipertermia può derivare da esercizio fisico in ambiente caldo (più spesso nei bambini più grandi e negli adolescenti) o da esposizione ambientale a temperature elevate in bambini incapaci di allontanarsi dall'ambiente caldo o con disturbi della termoregolazione. Deve essere distinta dalla febbre, che è una risposta fisiologica di solito a un'infezione. Il collasso cardiocircolatorio da ipertermia si verifica abitualmente intorno a 41°C, pertanto il raffreddamento attivo deve essere iniziato prima per prevenirlo.²⁸⁵

Non sono emerse nuove evidenze pediatriche che giustifichino cambiamenti importanti nella gestione. Le recenti Linee Guida ERC, ILCOR e American Heart Association (AHA) raccomandano di procedere ad un raffreddamento immediato allontanando il bambino dalla fonte di calore, interrompendo la produzione eccessiva di calore (ad es. cessando l'esercizio fisico), allentando o rimuovendo gli indumenti e iniziando il raffreddamento esterno e l'idratazione.^{171,285,302,340}

Se necessario, iniziare la rianimazione standard. Queste misure vanno intraprese contemporaneamente all'attivazione del Sistema di Emergenza Territoriale. In caso di grave ipertermia, il raffreddamento attivo è associato a una mortalità inferiore rispetto a nessun raffreddamento attivo.³⁴¹ Alcuni protocolli descrivono la gestione pre-ospedaliera dell'ipertermia e la durata dell'immersione in acqua fredda.^{342–345} È fondamentale un riconoscimento precoce dell'ipertermia, un rapido raffreddamento attuando una rianimazione standard quando indicata e il tempestivo trasferimento per un supporto più avanzato.

Il monitoraggio della temperatura centrale è essenziale per guidare il raffreddamento ed evitare l'ipotermia. In ambiente pre-ospedaliero la misurazione della temperatura rettale è preferibile; in ospedale si possono utilizzare la temperatura esofagea, vescicale o intravascolare a seconda del contesto. L'obiettivo è ridurre la temperatura centrale di 0,1-0,2°C/min fino a 38°C, punto in cui si interrompono le misure di raffreddamento attivo e si continua il monitoraggio.

Le metodiche di raffreddamento sono state revisionate da ILCOR nel 2020.³⁴⁶ Il raffreddamento aggressivo mediante immersione in acqua fresca, fredda o gelata è la tecnica più efficace per abbassare la temperatura corporea e dovrebbe essere iniziato appena possibile, idealmente entro i primi 30 minuti.³⁴⁶⁻³⁴⁸ Si immerge il bambino fino al collo in una vasca di acqua fredda (1-26°C): l'acqua ghiacciata è ideale, ma anche l'acqua tiepida è utile. L'immersione è fastidiosa per il bambino e provoca brividi, agitazione e combattività: è necessaria un'attenzione meticolosa. Si possono somministrare benzodiazepine (ad es. midazolam 0,05-0,1 mg/kg EV) per garantire la sedazione e ridurre il brivido.

Quando si procede ad un raffreddamento aggressivo, soprattutto nei lattanti e nei bambini piccoli, vi è un rischio oggettivo di ipotermia. Sono quindi necessari una mobilitazione delicata dei bambini e un monitoraggio accurato (che può essere complesso) per prevenire un raffreddamento eccessivo.^{349,350} In ospedale, quando la temperatura centrale inizia a scendere, il raffreddamento per evaporazione può essere preferibile all'immersione, perché facilita il monitoraggio e riduce il rischio di ipotermia. I metodi possibili sono la nebulizzazione con acqua e ventilazione con aria fresca, l'utilizzo di lenzuola bagnate, gli impacchi di ghiaccio su collo, ascelle e inguine evitando il contatto diretto del ghiaccio con la cute. Se l'immersione in acqua fredda non è praticabile o è troppo rischiosa (ad es. nei lattanti), utilizzare un metodo alternativo quale il raffreddamento per evaporazione. Un'oscillazione delicata in acqua fredda su un telo può essere un'alternativa al raffreddamento per immersione, efficace ed attuabile in ambiente pre-ospedaliero o in Pronto Soccorso.^{351,352}

La reidratazione è spesso necessaria. L'infusione endovenosa di liquidi freddi non è superiore all'immersione in acqua fredda ai fini del raffreddamento.³⁵³ Il raffreddamento transpolmonare mediante inalazione di aria fredda è inferiore all'immersione in acqua ghiacciata.³⁵⁴ I farmaci antipiretici non sono efficaci nel colpo di calore. Sono state descritte varie altre tecniche di raffreddamento, ma le evidenze sono insufficienti per raccomandarne una piuttosto che un'altra.³⁵⁵⁻³⁶⁵ Tutti i bambini con colpo di calore devono essere ricoverati in Terapia Intensiva Pediatrica per un monitoraggio continuo. Le possibili complicanze includono convulsioni, insufficienza multiorgano con rabdomiolisi, iperkaliemia, ipocalcemia, iperfosfatemia e altri squilibri elettrolitici, danno renale ed epatico, coagulazione intravascolare disseminata, edema cerebrale e polmonare e shock cardiogeno.

L'ipertermia maligna è una forma particolare di ipertermia potenzialmente fatale correlata all'anestesia. Il trattamento prevede la sospensione immediata del o dei farmaci scatenanti, il raffreddamento attivo, un'adeguata ossigenazione e ventilazione, la correzione della grave acidosi e iperkaliemia e la somministrazione immediata di dantrolene secondo i protocolli locali (ad es. dose iniziale 2,5 mg/kg).

Iperkaliemia

Il trattamento dell'iperkaliemia deve basarsi sul riconoscimento tempestivo e sul trattamento appropriato della causa sottostante. Un CoSTR ILCOR sul trattamento dell'iperkaliemia ha identificato evidenze che l'infusione endovenosa di insulina e glucosio o la somministrazione per via inalatoria o endovenosa di beta2-agonisti determina una rapida riduzione dei valori di potassio (dell'ordine di circa 0,7-1,2 mmol/l).^{366,367} Non è chiaro se ciò migliori gli esiti clinici. Pochi studi hanno confrontato diverse strategie di trattamento. Una meta-analisi riguardante pazienti adulti ha confrontato il salbutamolo EV con l'associazione di salbutamolo EV + 10 unità di insulina, dimostrando una maggiore efficacia dei due farmaci associati nel ridurre i valori di potassio.³⁶⁶ Ciò suggerisce di dare priorità al trattamento con salbutamolo EV, da solo o in combinazione con insulina e glucosio. Il rationale della somministrazione di calcio nell'arresto cardiaco causato da iperkaliemia si basa sulla presunta capacità di prevenire le aritmie. Sebbene il calcio sia ampiamente utilizzato per questa indicazione, ILCOR non ha identificato alcuna evidenza clinica a supporto. Uno studio condotto su pazienti adulti ha mostrato una percentuale di ROSC più bassa con la somministrazione di calcio; uno studio pediatrico, che includeva bambini in arresto cardiaco da iperkaliemia, ha mostrato esiti peggiori nei bambini trattati con calcio.^{368,369}

Il CoSTR ILCOR non ha identificato evidenze dell'effetto di riduzione del potassio del bicarbonato di sodio nell'arresto cardiaco non iperkaliemico, ma non sono disponibili studi pediatrici. Il ruolo del bicarbonato nell'acidosi metabolica non tossicologica è incerto.^{366,370}

ERC ritiene che il trattamento con insulina EV e glucosio e beta2-agonisti rappresenti un approccio ragionevole alla riduzione del potassio nei bambini, con o senza arresto cardiaco. Nell'arresto cardiaco, è obbligatoria una RCP di alta

qualità, che può essere prolungata dato il tempo che può essere necessario per ridurre il potassio. Può inoltre essere preso in considerazione il supporto vitale extracorporeo.

Altri squilibri metabolici

Nell'ipokaliemia grave (<2,5 mmol/l) o nell'ipokaliemia con aritmie, l'infusione endovenosa di 1 mmol/kg/h di potassio per 1-2 ore è sicura ed efficace nei bambini piccoli.³⁷¹ Nell'arresto cardiaco da ipokaliemia, ERC raccomanda la somministrazione rapida di 1 mmol/kg di potassio EV alla velocità di 2 mmol/min per 10 minuti (max 20 mmol). Se necessario, continuare con la stessa dose per altri 5-10 minuti (totale max 30 mmol), finché il valore del potassio sierico è >2,5 mmol. Ripetere se necessario.^{311,372} È comune una concomitante deplezione di magnesio, che deve essere reintegrato per consentire il corretto trattamento dell' ipokaliemia (30-50 mg/kg).³⁷³

Trattare l'ipoglicemia (<3,0 mmol/L - 55 mg/dl - oppure <3,9 mmol/L - 70 mg/dl - se sintomatica) immediatamente per via orale, se possibile, con 0,3 g/kg di glucosio.^{374,375} Se l'assunzione orale non è possibile, somministrare un bolo EV di 0,2 g/kg di glucosio (ad es. 2 ml/kg di glucosio al 10%) e ricontrollare la glicemia dopo 5-10 minuti (o 15 minuti in caso di somministrazione per via orale). Ripetere la dose se necessario ed iniziare un'infusione di mantenimento di una soluzione contenente glucosio. Se non è disponibile il glucosio da somministrarsi per via EV/IO e l'assunzione orale non è fattibile, è possibile somministrare glucagone per via intramuscolare, intranasale o sottocutanea.^{375,376}

ERC non ha revisionato il trattamento di altri squilibri metabolici più rari ma raccomanda di correggere quelli che possono potenzialmente provocare un deterioramento clinico critico o un arresto cardiaco (ad es. ipocalcemia, ipercalcemia, ipermagnesiemia).

Arresto cardiaco nei bambini con cardiopatia congenita

I bambini con cardiopatia congenita sono a rischio di eventi cardiaci acuti, compresa l'ostruzione di uno shunt, ipertensione polmonare e ritmi defibrillabili che si verificano in un bambino monitorato e collegato ad un defibrillatore. Le ultime due situazioni possono manifestarsi anche in altri contesti, in bambini che non hanno una patologia cardiaca primitiva: anche in questi casi l'approccio è simile a quello descritto in queste Linee Guida. Le linee guida PALS standard devono essere seguite in lattanti e bambini con cuore univentricolare, con particolare attenzione ad una possibile ipertensione polmonare e all'ostruzione di uno shunt.²⁰¹ L'esperienza con il supporto vitale extracorporeo è crescente, ma mancano studi che mettano a confronto questo approccio con la RCP standard in bambini con fisiologia da cuore univentricolare. ERC raccomanda di considerare il supporto vitale extracorporeo quando la rianimazione convenzionale non ha successo. In alcuni casi l'ECLS può fungere da ponte verso un dispositivo di assistenza ventricolare o un trapianto cardiaco.

Ipertensione polmonare

Il trattamento dell'ipertensione polmonare acuta descritto in queste Linee Guida si basa su un recente CoSTR ILCOR.³⁷⁷ L'ipertensione polmonare si osserva nelle cardiopatie congenite, nelle malattie polmonari croniche o come patologia primitiva. Questi bambini sono a rischio di crisi ipertensive polmonari che possono portare rapidamente a insufficienza acuta del ventricolo destro, riduzione acuta del precarico al ventricolo sinistro e arresto cardiaco. La RCP standard può essere meno efficace in caso di ipertensione polmonare, perché l'aumento delle resistenze vascolari polmonari ostacola il riempimento del cuore sinistro e limita la perfusione coronarica durante le compressioni.³⁷⁸

Arresto cardiaco da sospetta ostruzione di uno shunt cardiaco

La creazione di una connessione artificiale tra circolazione sistemica e polmonare (ad es. gli shunt aorto-polmonari e gli stent del dotto arterioso) è una procedura importante in molte cardiopatie congenite. La gestione descritta in queste Linee Guida dell'ostruzione di uno shunt (dovuta a trombosi o kinking meccanico) che pone il paziente a rischio di vita si basa su un recente CoSTR ILCOR.³⁷⁹

Arresto cardiaco in un bambino monitorato con ECG e collegato a un defibrillatore con ritmo defibrillabile testimoniato

Le placche autoadesive per defibrillazione possono essere applicate a un bambino in terapia intensiva, in sala operatoria, in emodinamica o in altri contesti, in modo che il bambino possa essere defibrillato non appena viene rilevato un ritmo defibrillabile. In questo contesto è potenzialmente utile tentare immediatamente la defibrillazione fino a tre volte consecutive, prima di iniziare la RCP (strategia a "shock ravvicinati" o "tripletta"). ERC riconosce che non ci sono dati

pediatriche su tale strategia in questa specifica situazione e sottolinea che l'approccio a "shock ravvicinati" non è più raccomandato in altre circostanze. Le raccomandazioni di queste Linee Guida si basano sull'opinione di esperti. Si considera comunque improbabile che le compressioni toraciche possano aumentare le probabilità già molto alte di ROSC, visto che si ritiene che il cuore possa essere più facilmente defibrillato nei primi momenti di un ritmo defibrillabile. Ciò è supportato dal tasso di sopravvivenza >95% nei pazienti con defibrillatore impiantabile che presentano un'aritmia potenzialmente letale. Se si utilizza questa strategia a shock ravvicinati, l'amiodarone EV viene somministrato in base al numero di tentativi di defibrillazione (cioè dopo il terzo tentativo) e l'adrenalina EV in base al tempo dall'inizio dell'arresto (cioè prima delle dosi dopo quattro minuti).

Arresto cardiaco in sala operatoria

In caso di arresto cardiaco pediatrico in sala operatoria, seguire l'algoritmo PALS standard, con particolare attenzione alle cause reversibili più comuni in questo contesto (ipossia, ipovolemia da sanguinamento o anafilassi, pneumotorace iperteso e trombosi), nonché alle cause specifiche correlate alla sala operatoria.

Nessuna revisione sistematica recente ha specificamente studiato l'arresto cardiaco perioperatorio pediatrico. Le raccomandazioni si basano pertanto sulle Linee Guida ERC 2025 per il Supporto Vitale Avanzato dell'adulto (ALS).³⁸⁰

L'arresto cardiaco si verifica in 3-12 bambini ogni 10.000 procedure in anestesia ed è più frequente nei bambini <1 anno, in quelli con una patologia grave sottostante e/o sottoposti a chirurgia in emergenza.³⁸¹⁻³⁸⁵ I problemi respiratori e circolatori (laringospasmo, via aerea difficile, emorragia, aritmie) costituiscono le cause principali. Cause più rare sono l'iperkaliemia da trasfusione di sangue conservato e problemi legati a farmaci o apparecchiature.^{381,382,386} L'arresto cardiaco direttamente correlato all'anestesia è raro (0,1-3,4 casi ogni 10.000 anestesie). L'arresto cardiaco correlato all'anestesia ha una mortalità più bassa rispetto agli altri arresti perioperatori. I dati limitati sugli esiti neurocognitivi nei sopravvissuti ad arresto cardiaco perioperatorio indicano un'incidenza di danno temporaneo del 24% e di danno permanente del 6%.³⁸³

Il monitoraggio standard in sala operatoria consente di riconoscere rapidamente un ritmo defibrillabile o un'asistolia, ma può essere difficile distinguere tra shock grave e PEA. Di recente è stato suggerito, negli adulti, di iniziare le compressioni toraciche se il paziente rimane ipoteso nonostante gli interventi.³⁸⁷ In pratica, il Writing Group PLS ERC raccomanda di iniziare le compressioni toraciche nei bambini se la pressione arteriosa o la frequenza cardiaca rimangono al di sotto del 5° percentile del range normale per età.

Negli stati pre-arresto degli adulti è stata proposta la somministrazione di boli iniziali incrementali di adrenalina EV da 50-100 mcg, invece del bolo standard da 1 mg, che in questa situazione potrebbe causare grave ipertensione o tachiaritmie.²³ Analogamente, nei bambini si può tentare la somministrazione di dosi più basse di adrenalina EV, ad esempio 1-2 mcg/kg. Se il bolo a basso dosaggio non è efficace, devono essere somministrate le dosi standard di adrenalina EV.^{388,389}

Quando la probabilità di arresto cardiaco è elevata, il bambino dovrebbe essere collegato a un defibrillatore in modalità standby, mediante placche autoadesive applicate prima dell'induzione dell'anestesia. In caso di ritmo defibrillabile, la defibrillazione deve essere eseguita immediatamente prima di iniziare la RCP, come descritto sopra.

Garantire un PALS di alta qualità. I dati attuali indicano che la ventilazione meccanica produce una PaO₂ simile a quella ottenuta con la ventilazione manuale mediante pallone autoespandibile.³⁹⁰⁻³⁹³

Le compressioni toraciche sono eseguite in modo ottimale in posizione supina, ma in caso di arresto cardiaco in posizione prona con tubo tracheale già in sede, la RCP può essere iniziata prima di girare il bambino, se l'immediata supinazione non è possibile.^{394,395} In caso di embolia gassosa massiva, si può considerare il simultaneo posizionamento in decubito laterale sinistro e in Trendelenburg, purché ciò non ostacoli le compressioni efficaci.³⁹⁶⁻³⁹⁸ Le compressioni cardiache a torace aperto devono essere eseguite solo da personale adeguatamente formato.

Dare priorità all'identificazione e al trattamento delle cause reversibili. Se disponibile, considerare l'impiego dell'ecografia (transtoracica / transesofagea) per facilitare il riconoscimento della causa.³⁹⁹ Se l'arresto è dovuto a emorragia massiva, le compressioni toraciche sono efficaci solo se il volume circolante viene contemporaneamente ripristinato e il controllo dell'emorragia (chirurgia, endoscopia, tecniche endovascolari) è avviato immediatamente.³⁹⁹

Interrompere l'intervento chirurgico a meno che questo non serva a correggere una causa reversibile dell'arresto cardiaco. Può essere necessario coprire il campo chirurgico per facilitare l'accesso al paziente e una rianimazione adeguata.

Se l'arresto si verifica durante un intervento laparoscopico o robotico, rilasciare lo pneumoperitoneo e sgonfiare l'addome per migliorare il ritorno venoso durante la RCP, a meno che lo pneumoperitoneo non sia essenziale per il trattamento della causa chirurgica dell'arresto cardiaco (ad es. emorragia); in tal caso usare la minima pressione intra-addominale necessaria. Se l'arresto cardiaco si verifica durante una toracosopia, interrompere l'insufflazione di CO₂ ed escludere uno pneumotorace controlaterale. In entrambi i casi considerare l'embolia gassosa come possibile causa.

Il supporto vitale extracorporeo dovrebbe essere preso in considerazione nei casi in cui la RCP convenzionale non ha successo o è necessaria una rianimazione prolungata.

La gestione efficace dell'arresto cardiaco intraoperatorio richiede non solo abilità tecniche e non tecniche individuali, ma anche un lavoro di squadra coordinato e una cultura della sicurezza istituzionale radicata nella pratica quotidiana attraverso formazione continua, addestramento e cooperazione multidisciplinare.^{38,39,400,401} Protocolli istituzionali per la risposta a situazioni a rischio di arresto cardiaco (ad es. protocolli per la trasfusione massiva) e l'utilizzo di checklist contribuiscono ad ottimizzare la risposta all'arresto cardiaco in sala operatoria.^{38,39}

Trattamento post rianimatorio

ERC ha preso in considerazione i CoSTR ILCOR sul trattamento post rianimatorio pediatrico e le raccomandazioni ILCOR relative al *Pediatric Core Outcome Set in Cardiac Arrest (P-COSCA)*, oltre alla letteratura recente riguardante argomenti non affrontati da ILCOR.^{8,38,171,402-407} Sono state considerate le possibili differenze organizzative tra i sistemi sanitari, così come i bisogni di pazienti, caregiver e famiglie di sopravvissuti e non sopravvissuti. Sono stati inclusi anche i commenti dei rappresentanti dei consulenti della comunità.⁴⁰⁸

Raccomandazioni per gli operatori sanitari in ambiente pre-ospedaliero

Le raccomandazioni generali sui principi ABCDE riportati nella sezione sulla prevenzione dell'arresto cardiaco si applicano anche al trattamento post rianimatorio.

Gli operatori sanitari possono considerare il posizionamento di un presidio per la gestione avanzata delle vie aeree dopo il ROSC, se il livello di coscienza e l'attività respiratoria del bambino non migliorano rapidamente. L'intubazione tracheale precoce non è sempre necessaria, poiché le evidenze mostrano che intubare precocemente sul territorio non è superiore al posticipare l'intubazione.⁴⁰⁹ L'intubazione tracheale deve sempre essere eseguita da professionisti sanitari competenti, utilizzando un approccio strutturato, oltre ad attrezzatura e monitoraggio adeguati.

Si raccomanda di mantenere una FiO₂ elevata immediatamente dopo il ROSC, finché la saturazione arteriosa di ossigeno non può essere monitorata in modo affidabile; a questo punto la FiO₂ può essere titolata. L'ipossiemia è costantemente associata ad esiti peggiori dopo un arresto cardiaco pediatrico, mentre l'iperossia ha un'associazione meno netta con gli esiti.^{410,411} Tuttavia, ERC raccomanda di evitare valori di SpO₂ del 100% prolungati nel tempo (salvo poche eccezioni quali l'avvelenamento da monossido di carbonio, la grave anemia e la metaemoglobinemia). In assenza di un'emogasanalisi, per limitare il possibile stress ossidativo la SpO₂ dovrebbe essere mantenuta tra 94 e 98%.

Se il bambino è ventilato meccanicamente, per evitare l'iperventilazione ERC raccomanda di utilizzare inizialmente una frequenza respiratoria nel range basso-normale per l'età e di mirare ad ottenere un'espansione moderata del torace. Non appena sia possibile misurare il volume corrente, ERC raccomanda di erogare un volume di 6-8 ml/kg di peso ideale e una PEEP di 5 cm H₂O, evitando pressioni elevate delle vie aeree; le impostazioni del ventilatore dovranno poi essere regolate per ottimizzare la ventilazione. Nei bambini con bisogni assistenziali complessi, è opportuno chiedere precocemente il supporto di un intensivista pediatrico.

Dopo il posizionamento di un dispositivo per la gestione avanzata delle vie aeree, utilizzare la capnografia per monitorare in continuo l'efficacia della ventilazione. Eseguire un'emogasanalisi arteriosa appena possibile, visto che i valori di ETCO₂ non riflettono in modo affidabile la PaCO₂; l'obiettivo è la normocapnia.⁴¹² Adottare valori target di PaCO₂ individualizzati in situazioni specifiche (patologie polmonari con ipercapnia cronica, fisiologia da cuore univentricolare).⁴⁰³

I professionisti sanitari dovrebbero utilizzare molteplici segni clinici e parametri, non solo la pressione arteriosa, per valutare lo stato circolatorio del bambino, in quanto lo shock con normotensione è spesso presente dopo arresto cardiaco.^{405,413} In ambito pre-ospedaliero, ERC sottolinea l'importanza di utilizzare un bracciale della dimensione corretta e di misurare spesso la pressione arteriosa non invasiva. L'obiettivo è mantenere la pressione arteriosa sistolica e media sopra il 10° percentile per età. Non ci sono evidenze sufficienti per raccomandare trattamenti specifici (fluidi, vasopressori, inotropi) per raggiungere questi valori target. Una pressione arteriosa troppo alta può causare o peggiorare una disfunzione miocardica.⁴⁰⁵

Le crisi convulsive devono essere trattate non appena compaiono, come raccomandato da un CoSTR ILCOR.³⁸ Deve essere controllata la glicemia e trattata un'eventuale ipoglicemia, che è associata a esiti sfavorevoli nei bambini critici.⁴⁰⁵ Devono essere garantite analgesia e sedazione per trattare dolore e discomfort. Anche brevi periodi con pressione arteriosa al di sotto del 5° percentile sono associati ad esiti peggiori dopo arresto cardiaco.⁴¹⁴ ERC raccomanda pertanto di evitare boli di farmaci che possano causare improvvise variazioni di pressione arteriosa e di preferire, quando possibile, la somministrazione dell'analgesia e sedazione in infusione continua. Una temperatura corporea superiore a 37,7°C è associata ad esiti peggiori dopo arresto cardiaco e dovrebbe essere sempre evitata dopo il ROSC.⁴¹⁵

La presenza dei genitori/caregiver durante il trattamento pre-ospedaliero e il trasporto è giustificata dal punto di vista legale ed etico, purché non metta a rischio la sicurezza del bambino, dei caregiver o del team sanitario. Essa è inoltre percepita come importante dai genitori e dagli altri caregiver e migliora gli esiti psicosociali dei familiari, indipendentemente dall'outcome del bambino.^{408,406}

Raccomandazioni per gli operatori sanitari in ospedale

In ospedale vengono utilizzati approcci specifici della terapia intensiva pediatrica durante le fasi acute e post-acute del trattamento post rianimatorio e per il trattamento della sindrome post-arresto cardiaco (*Figura 23*). Questi comprendono una serie di opzioni diagnostiche e terapeutiche, solitamente organizzate in bundles di cura, nell'ambito dei quali possono essere definiti obiettivi assistenziali più contestualizzati e individualizzati sulla base della storia del bambino, del contesto specifico e delle risorse disponibili. Potrebbero essere necessarie molteplici modalità terapeutiche per trattare la malattia di base e/o la sindrome post-arresto cardiaco, compresa la gestione delle vie aeree, il supporto ventilatorio, il supporto circolatorio con fluidi, emoderivati, farmaci vasoattivi e inotropi e il supporto vitale extracorporeo.⁴⁰⁵

Mirare alla normossia e alla normocapnia.^{68,410,411,413,415-418} I pazienti con ipossiemia (<8 kPa - 60 mmHg) hanno minori probabilità di sopravvivere alla dimissione ospedaliera, mentre l'iperossiemia non influenza gli esiti.^{410,411} Rispetto ai pazienti ipercapnici, quelli con normocapnia presentano percentuali maggiori di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera, mentre l'ipocapnia non ha impatto sull'esito.⁴¹¹ Non vi sono evidenze per definire obiettivi specifici in pazienti particolari (ad es. con cardiopatie congenite, malattie polmonari croniche con ipercapnia cronica), sebbene l'individualizzazione dell'assistenza sia raccomandata da ILCOR.⁴⁰³ Non vi sono sufficienti evidenze per formulare una raccomandazione precisa in merito al periodo di tempo in cui gli obiettivi di ossigenazione e ventilazione dovrebbero essere mantenuti dopo il ROSC, ma almeno 24 ore appaiono ragionevoli.⁴⁰⁵

Monitorare la pressione arteriosa in continuo tramite un catetere arterioso in tutti i pazienti che rimangono in coma dopo il ROSC. L'ipotensione post arresto cardiaco si verifica in oltre il 50% dei pazienti e contribuisce a determinare il danno cerebrale secondario causato dall'ipoperfusione cerebrale.⁴⁰⁵ Le cause dell'ipotensione comprendono la disfunzione miocardica, la risposta infiammatoria e la vasoplegia.^{413,416} L'ipotensione nelle prime 24 ore dopo il ROSC è associata a esiti sfavorevoli.⁶⁸ Il target pressorio ottimale (pressione sistolica, diastolica o media) è sconosciuto, ma vi sono evidenze che anche brevi periodi con valori leggermente inferiori al 5° percentile siano associati a esiti sfavorevoli.⁴¹⁴ Uno studio osservazionale suggerisce che una pressione sistolica sopra il 10° percentile sia associata a esiti favorevoli. Al contrario, una pressione eccessivamente elevata è dannosa, perché può causare disfunzione miocardica e aumentare il flusso ematico cerebrale.⁴¹⁹ Finché non saranno disponibili ulteriori evidenze, ILCOR raccomanda di mantenere la pressione sistolica sopra il 10° percentile.^{38,404} Studi più recenti si sono concentrati sulla pressione arteriosa media e sul flusso ematico cerebrale.^{414,420,421} In pratica, ERC raccomanda di porsi come obiettivo una pressione arteriosa media superiore al 10° percentile. Non vi sono evidenze sufficienti per raccomandare la strategia ottimale per raggiungere tale target pressorio (fluidi, farmaci vasoattivi, inotropi, supporto meccanico). Valori pressori più elevati (sopra il 50° o l'80° percentile) sono giustificabili in alcuni casi, soprattutto dopo un arresto cardiaco associato a grave trauma cranico.¹⁴⁷

Un CoSTR ILCOR del 2019 ha riconosciuto i benefici del controllo della temperatura come strategia neuroprotettiva dopo arresto cardiaco pediatrico, ma non è stato in grado di raccomandare un target specifico, poiché le evidenze non erano né a favore né contro l'ipotermia (32-34°C) rispetto alla normotermia (36-37,5°C).^{171,402} L'ipertermia (>37,5°C) è costantemente associata a esiti neurologici peggiori.^{422,423} Mantenere la normotermia riduce lo stress metabolico cerebrale. L'ipotermia è stata associata a un miglioramento a lungo termine della qualità della vita in relazione allo stato di salute nei sopravvissuti ad arresto cardiaco pediatrico: tali dati supportano ulteriormente il suo ruolo nel trattamento post arresto, anche in assenza di un chiaro beneficio in termini di sopravvivenza.^{424,425} L'ipotermia terapeutica richiede

un'assistenza neuro-intensiva pediatrica specializzata per garantire sicurezza, sedazione adeguata, trattamento dei possibili effetti collaterali (coagulopatia, bradicardia, disturbi metabolici, infezione) e strategie sicure di riscaldamento.⁴⁰⁵ In contesti privi di tali risorse, la normotermia rigorosa e la prevenzione della febbre rimangono lo standard assistenziale. Non vi sono evidenze su cui basare raccomandazioni relative alla durata del controllo della temperatura. In accordo con un recente evidence update ILCOR, ERC raccomanda di mantenere il controllo normotermico o ipotermico per almeno 24 ore e di evitare la febbre per almeno 72 ore dopo il ROSC.^{171,415}

Convulsioni cliniche ed elettroencefalografiche sono manifestazioni comuni del danno cerebrale post arresto nei bambini, con un'incidenza di circa il 10-40%, e sono associate a esiti neurologici sfavorevoli.^{426,427} ERC e ILCOR raccomandano attualmente il trattamento tempestivo delle convulsioni dopo il ROSC, ma non l'uso profilattico di farmaci anticonvulsivi. Questa raccomandazione si basa su evidenze indirette provenienti da adulti, bambini con trauma cranico e neonati con encefalopatia ipossico-ischemica.³⁸

ERC sottolinea l'importanza di un'assistenza intensiva di alta qualità nei bambini dopo arresto cardiaco (*Figura 23*). Ciò include il monitoraggio multimodale, tecniche non invasive o invasive per diagnosticare e trattare non solo le patologie sottostanti ma anche la sindrome post arresto cardiaco, il dolore, il discomfort e il delirio, la prevenzione e il trattamento del danno renale acuto, la nutrizione precoce ottimale e la riabilitazione.

ERC raccomanda un'assistenza centrata sulla famiglia, con un accesso illimitato dei genitori/caregiver al bambino, una comunicazione chiara e onesta e il coinvolgimento precoce di team multidisciplinari specializzati (ad es. neurologi pediatrici, psicologi pediatrici, team di cure palliative pediatriche, assistenti sociali, specialisti del supporto familiare e, se necessario, interpreti) per affrontare le esigenze aggiuntive del bambino e della famiglia.⁴⁰⁸

Prognosi dopo arresto cardiaco

La previsione accurata di un buon outcome è importante per i pazienti, i genitori/caregiver e gli operatori sanitari. Una prognosi di esito favorevole giustifica il proseguimento del trattamento intensivo. La previsione accurata di un esito neurologico sfavorevole è cruciale per evitare falso pessimismo o al contrario per giustificare l'interruzione delle terapie di sostegno vitale.

L'utilità dei biomarcatori ematici, dell'esame clinico, dell'elettrofisiologia e del neuro-imaging per la previsione degli esiti neurologici dopo il ROSC è stata analizzata in due CoSTR ILCOR e in una revisione sistematica.^{201,428,429} ERC raccomanda che negli studi futuri gli esiti siano valutati utilizzando idealmente il *Pediatric Core Outcome Set in Cardiac Arrest* e includano gli esiti a lungo termine relativi a morbidità, esiti funzionali, qualità di vita e impatto sulla famiglia.⁴⁰⁶ Supporti visivi e presentazioni possono aiutare i familiari a comprendere meglio la terminologia utilizzata per esprimere la prognosi e permettere loro di essere maggiormente coinvolti nel processo decisionale.⁴³⁰

ERC raccomanda agli operatori sanitari di utilizzare molteplici variabili pre-, intra- e post-arresto cardiaco per la prognosi nella fase post-rianimatoria e di ritardare la prognosi nei bambini con ridotto livello di coscienza per almeno 72 ore. Nessuna singola variabile dovrebbe mai essere utilizzata da sola per predire un esito favorevole o sfavorevole.^{201,428} Tali variabili comprendono fattori pre-arresto (lo stato di salute e neurologico di base del bambino), il contesto dell'arresto cardiaco (luogo, inizio del PBLs, ritmo di esordio, causa, durata) e il trattamento post arresto cardiaco (valutazione completa con ripetute rivalutazioni).

ERC raccomanda che il trattamento post rianimatorio in Terapia Intensiva Pediatrica includa un insieme di modalità diagnostiche, che possano essere utilizzate anche per la prognosi e che permettano una maggiore standardizzazione e una migliore comparabilità nella ricerca futura. Il set minimo di valutazioni dovrebbe comprendere la reattività pupillare alla luce nei giorni da 1 a 6, il Glasgow Coma Score o la sua componente motoria nei giorni da 1 a 6, e i principali biomarcatori ematici disponibili il giorno 1 (pH, lattato). Ulteriori indagini più approfondite dovrebbero includere altri biomarcatori di danno neurologico e in particolare la S100B (una proteina legante il calcio principalmente presente negli astrociti), la NSE (enolasi neurone-specifica), la MBP (proteina basica della mielina) al giorno 1, studi elettrofisiologici (EEG, potenziali evocati somatosensoriali - SSEP) nei giorni 1 e 2, e l'imaging cerebrale per mezzo della risonanza magnetica encefalica tra il giorno 3 e il giorno 5. Le modalità e i tempi sono stati scelti in modo da consentire una prognostica multimodale sia per un esito favorevole che sfavorevole. I risultati di queste indagini, che possono essere utilizzate come componenti di un approccio multimodale alla prognostica, sono mostrati nella *Figura 24*.⁴²⁸ Il livello di certezza complessiva delle evidenze riguardanti i singoli test è molto bassa per tutti gli esiti.

Assistenza post dimissione

La presenza e la gravità delle sequele, sia a breve che a lungo termine, nei sopravvissuti ad arresto cardiaco pediatrico rappresentano una grande preoccupazione per pazienti, famiglie e operatori sanitari in tutto il mondo. Poco si sa sugli esiti a lungo termine dei sopravvissuti a un arresto cardiaco. Un follow-up a lungo termine è fondamentale per identificare i problemi e fornire consulenza ai bambini e ai genitori/caregiver. L'obiettivo è migliorare l'outcome a lungo termine nei sopravvissuti mediante interventi terapeutici precoci e ridurre l'impatto sociale (ad es. costi sanitari, disoccupazione).

Le sequele dell'arresto cardiaco possono avere un impatto significativo su tutti i membri della famiglia. Genitori/caregiver e altri familiari possono soffrire di conseguenze psicosociali sia prima che dopo la dimissione del bambino. Devono affrontare la sofferenza e il trauma causati dal ricovero del bambino, dall'evento stesso dell'arresto cardiaco e dalle sue sequele. Le dinamiche familiari possono cambiare e i genitori/caregiver potrebbero non essere in grado di tornare al loro lavoro, con tutte le conseguenze economiche che ne derivano.

Considerando la maggiore aspettativa di vita dei bambini, i costi relativi per la società in termini di perdita di potenziale produttività, spese sanitarie associate e carico emotivo per la famiglia sono significativi.⁸

Non sono state identificate evidenze scientifiche relative all'assistenza post-dimissione nei bambini, ad eccezione di una revisione sistematica sui bisogni delle famiglie dei sopravvissuti ad arresto cardiaco.⁴⁰⁸

ERC, insieme ai consulenti della comunità, concorda sul fatto che l'assistenza post dimissione dovrebbe idealmente essere organizzata per tutti i sopravvissuti all'arresto cardiaco e le loro famiglie come parte dell'assistenza standard. Dovrebbe essere prevista anche un'assistenza specifica per le famiglie dei non sopravvissuti (ad es. per il supporto al lutto e alle problematiche psicologiche).

La standardizzazione dell'assistenza aumenterà anche la qualità dei dati sugli esiti e minimizzerà il bias di selezione nelle future ricerche: a questo scopo viene suggerito lo sviluppo di linee guida basate sull'evidenza relative all'assistenza post dimissione.⁴³¹ Esistono diversi ostacoli a questo processo: tra questi sono comprese le basse percentuali di sopravvivenza dell'OHCA pediatrico, le piccole dimensioni delle coorti omogenee e la scarsità dei registri nazionali o internazionali di arresto cardiaco che raccolgano dati sugli esiti a lungo termine in diversi ambiti (fisico, neuropsicologico, salute funzionale e qualità di vita in relazione allo stato di salute). Collaborazioni internazionali nel campo della ricerca sono necessarie per migliorare l'assistenza post-dimissione.

ERC raccomanda una specifica serie di azioni per migliorare l'assistenza dopo la dimissione, basate sul consenso degli esperti e sui suggerimenti dei consulenti della comunità che rappresentano le famiglie sia dei sopravvissuti che dei non sopravvissuti. ERC riconosce che questo tipo di assistenza è difficile da organizzare, in quanto richiede risorse economiche e di personale, nonché team dedicati che possano garantire programmi multidisciplinari di follow-up. La pianificazione dell'assistenza post dimissione dovrebbe iniziare prima della dimissione del bambino. Un'assistenza ben coordinata, sul posto e centrata sulla famiglia è preferibile, utilizzando figure referenti quali i team di collegamento con la famiglia per migliorare l'aderenza ai programmi di assistenza post dimissione e ridurre il carico sulle famiglie. Si dovrebbero prendere in considerazione delle consultazioni telematiche da remoto quando le visite in ospedale sono difficili da organizzare. I pazienti e le famiglie dovrebbero essere sottoposti a screening per i sintomi della sindrome post-terapia intensiva e indirizzati a un professionista non appena vengano rilevati problemi fisici o di salute mentale. È inoltre importante indicare loro delle strutture di supporto per le famiglie dei sopravvissuti e dei non sopravvissuti.

Raccomandazioni a livello di sistema e raccomandazioni per l'implementazione

Raccomandazioni per il pubblico

Il testimone più frequente nelle rianimazioni pediatriche è un genitore o un caregiver e il luogo più frequente è il domicilio.¹⁷² Meno comunemente, l'arresto cardiaco si verifica durante l'attività fisica e a scuola.¹⁷ Negli adolescenti, violenza, abuso di sostanze, problemi di salute mentale e incidenti stradali sono cause prevalenti ma potenzialmente prevenibili.¹⁷ Un approccio alla prevenzione dell'arresto cardiaco centrato sulla comunità è giustificato e dovrebbe essere rivolto principalmente ai caregiver di bambini e a coloro che forniscono cure primarie.¹⁰ Interventi preventivi specifici mirati alle fasce di popolazione con basso livello socioeconomico e alle minoranze etniche possono essere particolarmente efficaci, poiché in questi gruppi esiste una maggiore probabilità di arresto cardiaco rispetto alla popolazione generale.^{14,432} La popolazione dovrebbe essere coinvolta nella formazione al riconoscimento e alla gestione dell'arresto cardiaco e negli interventi di primo soccorso.⁴³³ Ad ogni bambino che abbia avuto una reazione anafilattica dovrebbero essere prescritti due dispositivi autoiniettabili di adrenalina e dovrebbero essere impartite istruzioni sul loro

utilizzo (al bambino e al caregiver). Non esiste un'età specifica in cui i bambini possono essere considerati in grado di utilizzare autonomamente l'autoiniettore, ma in genere i ragazzi delle scuole secondarie sono abbastanza maturi per farlo.^{171,259,266–269}

ERC raccomanda che tutte le persone che si occupano di bambini siano sistematicamente formate nel PBLs: genitori, caregiver, insegnanti, babysitter, bagnini, first responders e allenatori/istruttori. L'arresto cardiaco pediatrico è un evento raro ma ad alta criticità. Errori e performance subottimali sono comuni nelle simulazioni di rianimazione pediatrica: la formazione rimane il caposaldo di ogni potenziale miglioramento degli esiti.^{434–437} La formazione alla rianimazione cardiopolmonare è ampiamente riconosciuta come in grado di migliorare le competenze nella RCP e aumentare la sopravvivenza.⁴³⁸ La formazione della popolazione generale è stata associata a un miglioramento dei tassi complessivi di RCP da parte degli astanti e della sopravvivenza.⁴³⁹ Il momento migliore per formare i genitori potrebbe essere durante i corsi prenatali, visto che quasi la metà degli arresti cardiaci pediatrici avviene a casa durante il primo anno di vita.^{172,432} Le lezioni di nuoto possono ridurre l'incidenza dell'annegamento.^{440–443}

Raccomandazioni per tutti i sistemi sanitari

I risultati migliori si ottengono quando tutti gli anelli della catena della sopravvivenza funzionano efficacemente insieme e sono coordinati nello spazio e nel tempo.⁴⁴⁴ I sistemi sanitari dovrebbero effettuare audit regolari e implementare strategie di miglioramento focalizzate sulla catena della sopravvivenza, allo scopo di migliorare continuamente l'assistenza e gli esiti dei pazienti.⁴⁴⁴ ERC raccomanda una formazione sistematica nel riconoscimento del bambino critico e nel PBLs a tutti i livelli dell'assistenza, inclusi gli operatori sanitari che solo occasionalmente si occupano di bambini. La formazione dei professionisti sanitari può migliorare gli esiti: sessioni di addestramento brevi ma frequenti sembrano essere una modalità efficace per migliorare le competenze.^{401,438,445} È ben documentato un miglioramento degli esiti e delle competenze dopo la pubblicazione delle Linee Guida e la standardizzazione della formazione.⁴⁴⁶

ERC raccomanda una formazione sistematica nel PALS a tutti i livelli, dai sistemi di Emergenza Sanitaria Territoriale e di assistenza pre-ospedaliera al personale ospedaliero, con particolare attenzione a coloro che trattano bambini critici. Il CoSTR ILCOR sulle competenze di team nella formazione alla rianimazione conclude che l'insegnamento di queste abilità può migliorare le prestazioni rianimatorie in aree quali leadership, comunicazione, decision-making, gestione dei compiti e qualità della RCP.⁴⁰⁰ Ulteriori evidenze dimostrano che la formazione al lavoro di squadra, con enfasi sulle capacità di leadership, pianificazione e comunicazione strutturata e uniforme, è associata a pause più brevi nelle compressioni toraciche.^{220,447–449}

Un team di rianimazione ben strutturato e un sistema di attivazione facilmente accessibile sono essenziali per garantire una transizione fluida dal PBLs al PALS.^{450,451} I membri del team dovrebbero idealmente avere ruoli predefiniti e in alcuni team si può considerare una leadership condivisa, ad esempio quando si utilizza un coach della RCP (un membro del team responsabile di garantire che il team mantenga una RCP di alta qualità).^{401,452}

Per rafforzare il collegamento tra PBLs e PALS, le istituzioni dovrebbero considerare questi ultimi come fasi di un continuum e stabilire protocolli chiari per la transizione dall'uno all'altro. Il lavoro di squadra necessario a questo scopo dovrebbe essere incorporato nei programmi di formazione.⁴⁵³ Garantire che i professionisti sanitari che praticano il PBLs comprendano gli algoritmi PALS, incluse le indicazioni per la gestione avanzata delle vie aeree, l'accesso vascolare e la somministrazione di farmaci, consente un approccio più coordinato alla rianimazione pediatrica. È inoltre necessaria una comunicazione chiara e la formazione sul passaggio di consegne strutturato è preziosa.⁴⁵⁴

Diverse condizioni sono riconosciute come fattori di rischio per l'arresto cardiaco: identificarle potrebbe aiutare a prevenirlo. Queste includono: neonati prematuri e di peso molto basso, bambini con una storia familiare di morte improvvisa inspiegata, fratelli di bambini deceduti per sindrome della morte improvvisa del lattante (SIDS), bambini con anomalie congenite, sindromi aritmiche primarie, cardiomiopatie, canalopatie e anomalie delle arterie coronarie.^{455–459} L'integrazione di test genetici e valutazioni elettrofisiologiche avanzate può identificare i bambini ad alto rischio di arresto cardiaco.⁴⁶⁰ L'arresto cardiaco correlato all'esercizio fisico è raro e lo screening preventivo non sembra avere un profilo favorevole in termini di rapporto costo-efficacia. Se implementato, sembra ragionevole rivolgerlo agli adolescenti piuttosto che ai bambini più piccoli.⁴⁶¹

Raccomandazioni per i sistemi di Emergenza Sanitaria Territoriale e i sistemi di dispatch

Il triage sul campo è fondamentale in tutti i sistemi pre-ospedalieri per identificare bambini critici o traumatizzati e trasportarli alle strutture più appropriate.⁴⁶² Il trasporto verso centri pediatrici di livello inferiore rispetto al necessario o

verso un trauma center da adulti è associato a un aumento della mortalità e morbilità.⁴⁶³ Tuttavia i protocolli attuali non discriminano accuratamente tra pazienti a basso e ad alto rischio: sono pertanto necessari strumenti di triage pediatrici specifici per garantire che il bambino venga trasportato all'ospedale giusto.^{463,464}

Raccomandazioni per il trasporto

Non sono stati identificati studi che affrontassero specificamente il problema del trasporto di bambini dopo un arresto cardiaco verso un centro specializzato.³⁸ ERC raccomanda, basandosi sull'opinione di esperti, che i bambini che hanno subito un arresto cardiaco siano preferibilmente trasportati in ospedali dotati di Unità di Terapia Intensiva Pediatrica, dove sia disponibile un approccio multimodale al trattamento post rianimatorio.

ERC raccomanda che i sistemi di Emergenza Sanitaria Territoriale stabiliscano strategie di comunicazione e percorsi per facilitare un trasporto e un passaggio di consegne senza soluzione di continuità per i bambini in o dopo arresto cardiaco. La standardizzazione dei protocolli di hand-over migliora gli esiti a tutti i livelli: per i pazienti, gli operatori sanitari e le organizzazioni.⁴⁶⁵

ERC raccomanda di evitare trasferimenti multipli tra ospedali, poiché ciò è associato a una minore sopravvivenza a lungo termine nei bambini critici.⁴⁶⁶ ERC riconosce peraltro che in alcune situazioni può essere preferibile trasportare il bambino all'ospedale più vicino perché sia stabilizzato prima del trasferimento a un centro di Terapia Intensiva Pediatrica. Tutti i trasferimenti di bambini in condizioni critiche devono essere attentamente pianificati per garantire la sicurezza. I bambini con patologie mediche complesse necessitano di cure altamente specializzate, generalmente disponibili solo in centri terziari.⁴³² Centri con disponibilità di supporto vitale extracorporeo o di altre cure pediatriche specialistiche (cardiologiche, cardiocirurgiche, trauma) sono preferibili per alcuni bambini (ipotermia, avvelenamento, trauma, arresto cardiaco refrattario).

Raccomandazioni per ospedali, reparti e team

L'utilizzo dei sistemi pediatrici di "early warning" è stato raccomandato da un CoSTR ILCOR, in quanto essi possono ridurre gli eventi avversi, sebbene siano frequenti i falsi allarmi.^{451,467,468} ERC raccomanda di implementare tali sistemi non come misura isolata, ma come parte di un sistema più ampio di risposta clinica, che può essere adattato ai diversi contesti o integrato nei sistemi di triage esistenti.⁴⁶⁹

ERC raccomanda che i professionisti sanitari che operano in ospedale siano formati al riconoscimento e alla gestione dei bambini critici / traumatizzati, al PBLIS e al PALS. La ventilazione con pallone e maschera è l'intervento più spesso messo in atto in emergenza e ogni professionista coinvolto nella cura di bambini con patologie gravi dovrebbe essere competente in questa tecnica. ERC raccomanda che i sistemi implementino dei percorsi che permettano di ottenere un accesso intraosseo entro 5-10 minuti nei bambini che ne hanno necessità, dato che l'accesso endovenoso in emergenza può essere difficoltoso.¹⁴³

ILCOR ha identificato dieci passaggi chiave per migliorare gli esiti dell'arresto cardiaco intra-ospedaliero, sottolineando l'importanza di sistemi strutturati di rianimazione.⁴⁰¹ ERC raccomanda l'implementazione di tali misure, che includono la presenza di team dedicati di rianimazione, i cui membri abbiano ruoli predefiniti, programmi formativi completi, equipaggiamento e protocolli standardizzati, sistemi d'allarme efficienti e briefing regolari del team.

ERC raccomanda di utilizzare procedure operative standard per il trattamento post rianimatorio negli ospedali, nei reparti e nelle terapie intensive pediatriche. La standardizzazione migliora gli esiti dei pazienti, riducendo un'inutile variabilità e aumentando efficienza e qualità dell'assistenza.⁴⁷⁰ Tuttavia, l'implementazione efficace richiede anche la flessibilità di adattarsi alle necessità individuali dei pazienti.⁴⁷¹

Un CoSTR ILCOR ha raccomandato che, quando si prende in considerazione un supporto vitale extracorporeo, la sua attuazione sia guidata da specifici algoritmi istituzionali, che consentano ai team sanitari di identificare rapidamente i candidati idonei, velocizzare l'inizio della procedura e ottimizzare l'allocazione delle risorse, migliorando gli esiti.²⁵⁸

Raccomandazioni per i produttori di dispositivi medici

In linea con ILCOR, ERC raccomanda l'inclusione dei pazienti pediatrici nei programmi di defibrillazione ad accesso pubblico e la standardizzazione delle dimensioni degli elettrodi del DAE per lattanti, bambini e adulti.^{192,222} La modalità pediatrica del DAE dovrebbe essere semplice da attivare (ad es. premendo un pulsante piuttosto che inserendo una chiavetta o sostituendo gli elettrodi), dal momento che i soccorritori trovano questa modalità più facile da utilizzare.^{472,473}

In linea con un CoSTR ILCOR, ERC raccomanda che i produttori standardizzino i pittogrammi che indicano il

posizionamento delle piastre in accordo con le raccomandazioni ERC. ERC raccomanda che i produttori di DAE ad accesso pubblico utilizzino un'unica dimensione universale degli elettrodi per le vittime di arresto cardiaco di tutte le età e un metodo semplice per attenuare il livello di energia nei lattanti e nei bambini con peso inferiore a 25 kg.

Raccomandazioni per i contesti a basse risorse

Queste Linee Guida indicano in quali circostanze dove dovrebbe essere garantito l'accesso a cure pediatriche specialistiche, ad esempio da parte di un cardiologo pediatrico o di un neurologo pediatrico. ERC raccomanda che i sistemi mirino al livello più alto possibile di assistenza, ma riconosce che potrebbero essere necessarie modifiche e una diversa scala delle priorità in base alle risorse disponibili. Ad esempio, l'accesso a uno specialista pediatrico è importante, ma nei casi in cui tali figure non sono disponibili, può essere consultato un altro medico esperto, oppure può essere utile un consulto da remoto o l'utilizzo della telemedicina. Per una definizione dettagliata della rianimazione in contesti a basse risorse, si rimanda alle Linee Guida ERC 2025 sui Sistemi che salvano vite.⁴⁷⁴

Considerazioni a livello di sistema

La RCP assistita dall'Operatore di Centrale Operativa può essere integrata in qualsiasi sistema di Emergenza Sanitaria Territoriale in qualsiasi contesto, ma ciò richiede la formazione del personale.

La diffusione dei defibrillatori (DAE) in comunità è un provvedimento efficace in rapporto ai costi nell'OHCA degli adulti e può essere esteso anche all'OHCA pediatrico.⁴⁷⁵ La formazione al supporto alle funzioni vitali è considerata un metodo dal rapporto costo-efficacia favorevole per consentire agli operatori di offrire il maggior livello di assistenza possibile e migliorare gli esiti.^{201,438}

La formazione può essere condotta utilizzando manichini a bassa fedeltà.⁴⁷⁶ La formazione alla rianimazione dovrebbe essere svolta con modalità bassa intensità – alta frequenza, permettendo attività formative durante l'orario di lavoro clinico.^{401,445,477,478} Nei contesti in cui le opportunità di addestramento sono limitate, può essere data priorità alla formazione di particolari caregiver o professionisti sanitari che hanno alta probabilità di dover affrontare un arresto cardiaco (ad es. team di rianimazione). Nelle aree con basso livello socioeconomico può essere presa in considerazione la formazione mirata dei laici, poiché tali contesti presentano un'incidenza più alta di arresto cardiaco e con esiti peggiori.^{479,480} La formazione dei laici è più utile quando esiste una catena della sopravvivenza efficace dopo la rianimazione. In ogni contesto deve essere considerata l'allocazione di personale dedicato in grado di rispondere alle emergenze e all'arresto cardiaco.

Prevenzione dell'arresto cardiaco

Nei contesti a risorse limitate dovrebbero essere prese in considerazione le modalità con il miglior rapporto costo-efficacia per rilevare il deterioramento clinico e attivare risposte appropriate.

Queste possono includere l'utilizzo di attrezzature a basso costo per rilevare variazioni dei parametri vitali, educando le famiglie a reagire appropriatamente a determinati segni (ad es. febbre alta, respirazione anormale, ridotto livello di coscienza).⁴³³

L'utilizzo della pulsossimetria e dell'ossigeno è considerato una strategia altamente efficace in rapporto ai costi per prevenire il deterioramento nei bambini.^{113,481,482} La soluzione fisiologica isotonica può essere utilizzata per il riempimento volemico in alternativa ai cristalloidi bilanciati, quando questi ultimi non sono disponibili per ragioni economiche o logistiche.⁴⁸³ In assenza di un team di emergenza clinica, si può considerare la creazione di un piccolo team o un sistema alternativo di risposta "track-and-trigger".⁴⁰¹

Paediatric Life Support

Per l'ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo, si raccomanda di dare sempre priorità alle manovre di base in qualsiasi contesto. All'avvio della RCP, dare priorità alla ventilazione con pallone e maschera: l'intubazione non è associata ad esiti migliori.⁴⁸⁴ La disponibilità di ossigeno e di un sistema pallone-maschera è prioritaria. L'intubazione tracheale in laringoscopia diretta tradizionale è un'alternativa accettabile quando il videolaringoscopio non è disponibile.

Per la defibrillazione sono raccomandate le placche adesive; le piastre metalliche possono essere utilizzate se le placche adesive non sono disponibili.²²² Le placche adesive per adulti possono essere utilizzate nei bambini in posizione antero-posteriore, quando quelle pediatriche non sono disponibili.

Dopo un arresto cardiaco, i bambini dovrebbero idealmente essere trasferiti in un centro dotato di Terapia Intensiva Pediatrica. Se ciò non è possibile, i bambini devono essere trattati in un contesto in grado di eseguire un monitoraggio intensivo per 24-72 ore. Dare priorità alla gestione accurata di ossigenazione, ventilazione, circolazione e temperatura, in quanto principi fondamentali del trattamento post arresto cardiaco.^{68,405} Quando l'expertise non è disponibile in loco, si dovrebbe considerare una consulenza da remoto (telemedicina) con un esperto (ad es. un intensivista pediatrico).⁴⁸⁵

COLLABORATORI

Josephine Wren e Eleni Tsoni hanno contribuito alla versione 2025 di queste Linee Guida in qualità di collaboratori rappresentanti della comunità.

DICHIARAZIONE DI CONFLITTO DI INTERESSI

Le Dichiarazioni di conflitto di interessi di tutti gli autori delle Linee Guida ERC sono raccolte nella tabella COI reperibile online al link <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2025.110767>.

RINGRAZIAMENTI

Le opinioni espresse sono quelle degli autori.

Desideriamo ringraziare il Prof. Olivier Brissaud, la Dott.ssa Sylwia Pycz e il Dott. Maarten Engel per la loro assistenza al Writing Group nello sviluppo delle strategie di ricerca, nel reperimento della letteratura e nella selezione degli articoli rilevanti per le revisioni rapide.

AUTORI

^a*Paediatric Intensive Care Unit, NH Hospital Inc., Horovice, Czech Republic*

^b*Department of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Brno and Medical Faculty of Masaryk University, Brno, Czech Republic*

^c*Department of Simulation Medicine, Medical Faculty of Masaryk University, Brno, Czech Republic*

^d*University Medical Centre, Utrecht, the Netherlands*

^e*Dutch Foundation for the Emergency Medical Care of Children (SHK), Riel, the Netherlands*

^f*Department of Paediatric Intensive Care, Great Ormond Street Hospital for Children NHS Foundation Trust, London, UK*

^g*Department of Neonatal and Paediatric Intensive Care, Division of Paediatric Intensive Care, Erasmus MC Sophia Children's Hospital, Rotterdam, the Netherlands*

^h*Comprehensive Center for Pediatrics, (Division of Neonatology, Intensive Care Medicine and Neuropaediatrics), Medical University of Vienna, Vienna, Austria*

ⁱ*SAMUR Protección Civil, Ayuntamiento de Madrid, Madrid, Spain*

^j*Paediatric Intensive Care Department, Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IiSGM), Madrid, Spain*

^k*The Finnish Medical Society Duodecim, Helsinki, Finland*

^l*Research Center for Emergency Medicine, Department of Clinical Medicine, Aarhus University, Denmark*

^m*Department of Anesthesiology and Intensive Care, Randers Regional Hospital, Denmark*

ⁿ*Deutsches Herzzentrum der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Department of Psychocardiology, Department of Developmental Pediatrics, Berlin, Germany*

^o*Department of Paediatrics and Emergency Medicine, Hospital Universitari de Terrassa, Consorci Sanitari de Terrassa, Barcelona, Spain*

^p*Université libre de Bruxelles (ULB), Hôpital Universitaire de Bruxelles (H.U.B), Hôpital Universitaire des Enfants Reine Fabiola (HUDERF), Pediatric Emergency Department, Brussels, Belgium*

BIBLIOGRAFIA

1. Garritty C, Gartlehner G, Nussbaumer-Streit B, et al. Cochrane Rapid Reviews Methods Group offers evidence-informed guidance to conduct rapid reviews. *J Clin Epidemiol* 2021; 130:13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.10.007> [in English].
2. Jafar AJN, Patel S, Mitchell R, Redmond A. Redefining global health and shifting the balance: the ARC-H principle. *BMJ Glob Health* 2024;9(2). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-014487> [in English].
3. Sawyer T, McBride ME, Ades A, et al. Considerations on the use of neonatal and pediatric resuscitation guidelines for hospitalized neonates and infants: on behalf of the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee and the American Academy of Pediatrics. *Pediatrics* 2024;153(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2023-064681> [in English].
4. Hogeveen MM, Binkhorst M, Cusack J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. *Resuscitation* 2025;215 (Suppl 1):110766.5.
5. Ilan KS, Morrison LJ, Pinter A, Tu JV, Dorian P. “Presumed cardiac” arrest in children and young adults: a misnomer? *Resuscitation* 2017; 117:73–9. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.06.003>. S0300-9572(17)30246-0 [pii].
6. Fovaeus H, Holmen J, Mandalenakis Z, Herlitz J, Rawshani A, Castellheim AG. Out-of-hospital cardiac arrest: Survival in children and young adults over 30 years, a nationwide registry-based cohort study. *Resuscitation* 2024;195: 110103. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.110103> [in English].
7. Engdahl J, Axelsson A, Bang A, Karlson BW, Herlitz J. The epidemiology of cardiac arrest in children and young adults. *Resuscitation* 2003;58(2):131–8. [https://doi.org/10.1016/s0300-9572\(03\)00108-4](https://doi.org/10.1016/s0300-9572(03)00108-4) [in English].
8. Pinto NP, Scholefield BR, Topjian AA. Pediatric cardiac arrest: a review of recovery and survivorship. *Resuscitation* 2024;194:110075. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.110075> [in English].
9. Markel F, Djakow J, Biarent D, et al. Pediatric cardiac arrest registries and survival outcomes: a European study. *Resusc Plus* 2025;22:100902. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100902> [in English].
10. Kelpanides IK, Katzenschlager S, Skogvoll E, et al. Out-of-hospital cardiac arrest in children in Norway: a national cohort study, 2016–2021. *Resusc Plus* 2024;18:100662. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100662> [in English].
11. Shimoda-Sakano TM, Schwartsman C, Reis AG. Epidemiology of pediatric cardiopulmonary resuscitation. *J Pediatr (Rio J)* 2020;96 (4):409–21. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2019.08.004> [in English].
12. Cheng FJ, Wu WT, Hung SC, et al. Pre-hospital prognostic factors of out-of-hospital cardiac arrest: the difference between pediatric and adult. *Front Pediatr* 2021;9:723327. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.723327>.
13. Abate SM, Nega S, Basu B, Mesfin R, Tadesse M. Global burden of out-of-hospital cardiac arrest in children: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Pediatr Res* 2023;94(2):423–33. <https://doi.org/10.1038/s41390-022-02462-5> [in English].
14. Idrees S, Abdullah R, Anderson KK, Tijssen JA. Sociodemographic factors associated with paediatric out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2023;192:109931. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109931>.
15. Mally D, Namazzi R, Musoke P, Munube D, Luggya TS, Sawe HR. Outcomes of pediatric in-hospital cardiac arrest in the emergency department of a tertiary referral hospital in Tanzania: a retrospective cohort study. *BMC Emerg Med* 2024;24(1):178. <https://doi.org/10.1186/s12873-024-01086-8>.
16. Holgersen MG, Jensen TW, Breindahl N, et al. Pediatric out-of-hospital cardiac arrest in Denmark. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2022;30(1):58. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01045-x>.
17. Pireddu R, Ristagno G, Gianquintieri L, et al. Out-of-hospital cardiac arrest in the paediatric patient: an observational study in the context of national regulations. *J Clin Med* 2024;13(11). <https://doi.org/10.3390/jcm131113133> [in English].
18. Wolthers SA, Jensen TW, Blomberg SN, et al. Out-of-hospital cardiac arrest related to exercise in the general population: incidence, survival and bystander response. *Resuscitation* 2022;172:84–91. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.01.021> [in English].
19. Cosgrove TC, Gauntt J, Carrillo SA, et al. Proactive risk mitigation for cardiac arrest prevention in high-risk patients with congenital heart disease. *JTCVS Open* 2023;13:307–19. <https://doi.org/10.1016/j.jxon.2022.10.008> [in English].
20. Alten J, Cooper DS, Klugman D, et al. Preventing cardiac arrest in the pediatric cardiac intensive care unit through multicenter collaboration. *JAMA Pediatr* 2022;176(10):1027–36. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2238> [in English].
21. Skellett S, Orzechowska I, Thomas K, Fortune PM. The landscape of paediatric in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. *Resuscitation* 2020;155:165–71. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.07.026> [in English].
22. Nishisaki A, Reeder RW, McGovern EL, et al. Brief report: incidence and outcomes of pediatric tracheal intubation-associated cardiac arrests in the ICU-RESUS clinical trial. *Crit Care* 2024;28(1):286. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05065-0> [in English].
23. Oglesby FC, Scholefield BR, Cook TM, et al. Peri-operative cardiac arrest in children as reported to the 7th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthesia* 2024;79(6):583–92. <https://doi.org/10.1111/anae.16251> [in English].
24. Odetola FO, Gebremariam A. Epidemiology of acute respiratory failure in US children: outcomes and resource use. *Hosp Pediatr* 2024;14(8):622–31. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2023-007166> [in English].
25. Greif RL, Djärv T, Ek JE, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: executive summary. *Resuscitation* 2025 [in English].
26. Hammer J. Acute respiratory failure in children. *Paediatr Respir Rev* 2013;14(2):64–9. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2013.02.001> [in English].
27. Florin TA, Plint AC, Zorc JJ. Viral bronchiolitis. *Lancet* 2017;389 (10065):211–24. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30951-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30951-5) [in English].
28. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet* 2011;377 (9770):1011–8. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62226-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62226-X) [in English].
29. Raffay VW, Bossaert L, Djakow J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: ethics in resuscitation. 2025.
30. Bakker AM, Albrecht M, Verkaik BJ, et al. Sudden cardiac arrest in infants and children: proposal for a diagnostic workup to identify the etiology. An 18-year multicenter evaluation in the Netherlands. *Eur J Pediatr* 2024;183(1):335–44. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05301-9> [in English].

31. Somma V, Pflaumer A, Connell V, et al. Epidemiology of pediatric out-of-hospital cardiac arrest compared with adults. *Heart Rhythm* 2023;20(11):1525–31. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2023.06.010> [in English].
32. Ashine TM, Heliso AZ, Babore GO, et al. Incidence and predictors of cardiac arrest among patients admitted to the intensive care units of a comprehensive specialized hospital in central Ethiopia. *Patient Relat Outcome Meas* 2024;15:31–43. <https://doi.org/10.2147/PROM.S452338> [in English].
33. Torisen TAG, Glanville JM, Loaiza AF, Bidonde J. Emergency pediatric patients and use of the pediatric assessment triangle tool (PAT): a scoping review. *BMC Emerg Med* 2024;24(1):158. <https://doi.org/10.1186/s12873-024-01068-w> [in English].
34. Bruinink LJ, Linders M, de Boode WP, Fluit C, Hogeveen M. The ABCDE approach in critically ill patients: a scoping review of assessment tools, adherence and reported outcomes. *Resusc Plus* 2024;20:100763. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100763> [in English].
35. Leonard M, Graham S, Bonacum D. The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. *Qual Saf Health Care* 2004;13(Suppl 1):i85–90. https://doi.org/10.1136/qhc.13.suppl_1.i85.
36. Al-Harbi S. Impact of rapid response teams on pediatric care: an interrupted time series analysis of unplanned PICU admissions and cardiac arrests. *Healthcare (Basel)* 2024;12(5). <https://doi.org/10.3390/healthcare12050518> [in English].
37. McKeta AS, Hlavacek AM, Chowdhury SM, et al. Improved outcomes after implementation of a specialized pediatric cardiac rapid response team. *Cardiol Young* 2021;31(10):1582–8. <https://doi.org/10.1017/S104795112100055X> [in English].
38. Greif R, Bray JE, Djarv T, et al. 2024 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Resuscitation* 2024;205: 110414. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110414> [in English].
39. Nabecker S, Nation K, Gilfoyle E, et al. Cognitive aids used in simulated resuscitation: a systematic review. *Resusc Plus* 2024;19:100675. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100675>.
40. Pan D, Foster M, Tagg A, Klim S, Kelly AM. How well does the best guess method predict children's weight in an emergency department in 2018-2019? *Emerg Med Australas* 2020;32 (1):135–40. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13448> [in English].
41. Shieh A, Rogers AJ, Chen CM, Ramgopal S. Comparing the performance of pediatric weight estimation methods. *Am J Emerg Med* 2024;82:26–32. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.04.053> [in English].
42. Torpiano P, Torpiano K, Sammut F, Zahra J, Aquilina S, Grech V. Accuracy of emergency weight estimation in Maltese school children. *Indian J Pediatr* 2022;89(8):822. <https://doi.org/10.1007/s12098-022-04238-5> [in English].
43. Wells M, Goldstein L. The utility of pediatric age-based weight estimation formulas for emergency drug dose calculations in obese children. *J Am Coll Emerg Physicians Open* 2020;1(5):947–54. <https://doi.org/10.1002/emp2.12099> [in English].
44. Edelu BO, Iloh KK, Igbokwe OO, et al. Comparison of age-based weight estimation with actual measured weight in children aged one to twelve years in Enugu. *Niger J Clin Pract* 2020;23(9):1229–36. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_41_20 [in English].
45. Yakubu RC, Nguah SB, Ayi-Bisah N. Comparison of paediatric weight estimation methods at a tertiary hospital in Ghana. *Afr J Emerg Med* 2021;11(2):252–7. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2021.03.005> [in English].
46. Wells M, Goldstein LN. How and why paediatric weight estimation systems fail – a body composition study. *Cureus* 2020;12(3)e7198. <https://doi.org/10.7759/cureus.7198> [in English].
47. Zhu S, Zhu J, Zhou H, et al. Validity of Broselow tape for estimating the weight of children in pediatric emergency: a cross-sectional study. *Front Pediatr* 2022;10:969016. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.969016> [in English].
48. Silvagni D, Baggio L, Mazzi C, et al. The PAWPER tape as a tool for rapid weight assessment in a Paediatric Emergency Department: validation study and comparison with parents' estimation and Broselow tape. *Resusc Plus* 2022;12:100301. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100301> [in English].
49. Ibrahim NH, Kassim N, Othman S, et al. Validation study on a prediction formula to estimate the weight of children & adolescents with special needs aged 2-18 years old. *J Health Popul Nutr* 2023;42(1):129. <https://doi.org/10.1186/s41043-023-00464-5> [in English].
50. Cerqueira CT, Mello MJG, Viana LA, Macedo D, Figueiroa JN. Comparison of weight estimation methods in hospitalized Brazilian children and adolescents. *Nutr Hosp* 2020;37(2):243–50. <https://doi.org/10.20960/nh.02594> [in English].
51. Yakubu RC, Paintsil V, Nguah SB. Weight estimation in two groups of Ghanaian children with chronic diseases using Broselow, Mercy, PAWPER XL and PAWPER XL-MAC tapes. *Afr J Emerg Med* 2023;13(2):109–13. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2023.04.003> [in English].
52. Choi S, Nah S, Kim S, Seong EO, Kim SH, Han S. A validation of newly developed weight estimating tape for Korean pediatric patients. *PLoS One* 2022;17(7)e0271109. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271109> [in English].
53. Ong GJ, Dy E. Validation of two pediatric resuscitation tapes. *J Am Coll Emerg Physicians Open* 2020;1(6):1587–93. <https://doi.org/10.1002/emp2.12255> [in English].
54. Cosmos Yakubu R, Ayi-Bisah N, Nguah SB. Accuracy of weight estimation in children using the broselow, PAWPER XL, PAWPER XL-MAC, and mercy tapes. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(9): e1517–22. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002638> [in English].
55. Wu MT, Wells M. Pediatric weight estimation: validation of the PAWPER XL tape and the PAWPER XL tape mid-arm circumference method in a South African hospital. *Clin Exp. Emerg Med* 2020;7(4):290–301. <https://doi.org/10.15441/ceem.19.082> [in English].
56. McAlvin SS, Carew-Lyons A. Family presence during resuscitation and invasive procedures in pediatric critical care: a systematic review. *Am J Crit Care* 2014;23(6):477–84. <https://doi.org/10.4037/ajcc2014922>. quiz 485 [in English].
57. Wool J, Irving SY, Meghani SH, Ulrich CM. Parental decision-making in the pediatric intensive care unit: an integrative review. *J Fam Nurs* 2021;27(2):154–67. <https://doi.org/10.1177/1074840720975869> [in English].
58. Abela KM, Wardell D, Rozmus C, LoBiondo-Wood G. Impact of pediatric critical illness and injury on families: an updated systematic review. *J Pediatr Nurs* 2020;51:21–31. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.10.013> [in English].
59. Graham HR, Jahan E, Subhi R, et al. The prevalence of hypoxaemia in paediatric and adult patients in health-care facilities in low-income and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health* 2025;13(2):e222–31. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\)00469-8](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00469-8) [in English].

60. Wilkes C, Bava M, Graham HR, Duke T. What are the risk factors for death among children with pneumonia in low- and middle-income countries? A systematic review. *J Glob Health* 2023;13:05003. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.05003> [in English].
61. Enoch AJ, English M, Shepperd S. Does pulse oximeter use impact health outcomes? A systematic review. *Arch Dis Child* 2016;101 (8):694–700. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2015-309638> [in English].
62. Wilkes C, Graham H, Walker P, Duke T. Which children with chest-inflating pneumonia can be safely treated at home, and under what conditions is it safe to do so? A systematic review of evidence from low- and middle-income countries. *J Glob Health* 2022;12:10008. <https://doi.org/10.7189/jogh.12.10008> [in English].
63. Graham HR, King C, Duke T, et al. Hypoxaemia and risk of death among children: rethinking oxygen saturation, risk-stratification, and the role of pulse oximetry in primary care. *Lancet Glob Health* 2024;12(8):e1359–64. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\) 00209-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24) 00209-2) [in English].
64. Martin D, Johns C, Sorrell L, et al. Effect of skin tone on the accuracy of the estimation of arterial oxygen saturation by pulse oximetry: a systematic review. *Br J Anaesth* 2024;132(5):945–56. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2024.01.023> [in English].
65. Howard MB, McCollum N, Alberto EC, et al. Association of ventilation during initial trauma resuscitation for traumatic brain injury and post-traumatic outcomes: a systematic review. *Prehosp Disaster Med* 2021;36(4):460–5. <https://doi.org/10.1017/S1049023X21000534> [in English].
66. McNeill MM, Hardy TC. The effectiveness of capnography versus pulse oximetry in detecting respiratory adverse events in the postanesthesia care unit (PACU): a narrative review and synthesis. *J Perianesth Nurs* 2022;37(2):264–269.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.03.013> [in English].
67. Saunders R, Struys M, Pollock RF, Mestek M, Lightdale JR. Patient safety during procedural sedation using capnography monitoring: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017;7(6):e013402. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013402> [in English].
68. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation* 2021;161:327–87. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.015> [in English].
69. Gurlu R, Tolu Kendir O, Baspinar O, Erkek N. Can non-invasive capnography and integrated pulmonary index contribute to patient monitoring in the pediatric emergency department? *Klin Padiatr* 2022;234(1):26–32. <https://doi.org/10.1055/a-1546-1473> [in English].
70. Duyu M, Bektas AD, Karakaya Z, et al. Comparing the novel microstream and the traditional mainstream method of end-tidal CO(2) monitoring with respect to PaCO(2) as gold standard in intubated critically ill children. *Sci Rep* 2020;10(1)22042. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79054-y> [in English].
71. Williams E, Bednarczuk N, Dassios T, Greenough A. Factors affecting the arterial to end-tidal carbon dioxide gradient in ventilated neonates. *Physiol Meas* 2022;43(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ac57ca> [in English].
72. Fuerch JH, Thio M, Halamek LP, Liley HG, Wyckoff MH, Rabi Y. Respiratory function monitoring during neonatal resuscitation: a systematic review. *Resusc Plus* 2022;12:100327. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100327> [in English].
73. Hughes-Davies H, Ukwatte U, Fanshawe TR, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasound for community-acquired pneumonia in children in ambulatory settings: a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound* 2024;1742271X241289726. <https://doi.org/10.1177/1742271X241289726> [in English].
74. Sartini S, Ferrari L, Cutuli O, et al. The role of pocus in acute respiratory failure: a narrative review on airway and breathing assessment. *J Clin Med* 2024;13(3). <https://doi.org/10.3390/jcm13030750> [in English].
75. Ord HL, Griksaitis MJ. Fifteen-minute consultation: using point of care ultrasound to assess children with respiratory failure. *Arch Dis Child Educ Pract Ed* 2019;104(1):2–10. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-313795> [in English].
76. Giorno EPC, Foronda FK, De Paulis M, et al. Point-of-care lung ultrasound score for predicting escalated care in children with respiratory distress. *Am J Emerg Med* 2023;68:112–8. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.02.035> [in English].
77. de Boode WP. Clinical monitoring of systemic hemodynamics in critically ill newborns. *Early Hum Dev* 2010;86(3):137–41. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2010.01.031> [in English].
78. Assies R, Snik I, Kumwenda M, et al. Etiology, pathophysiology and mortality of shock in children in low (middle) income countries: a systematic review. *J Trop Pediatr* 2022;68(4). <https://doi.org/10.1093/tropej/fmac053> [in English].
79. Dionne JM, Bremner SA, Baygani SK, et al. Method of blood pressure measurement in neonates and infants: a systematic review and analysis. *J Pediatr* 2020;221:23–31.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.02.072> [in English].
80. Araujo-Moura K, Souza LG, Mello GL, De Moraes ACF. Blood pressure measurement in pediatric population: comparison between automated oscillometric devices and mercury sphygmomanometers—a systematic review and meta-analysis. *Eur J Pediatr* 2022;181(1):9–22. <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04171-3> [in English].
81. Rahsepar S, Sanie Jahromi MS, Abiri S, et al. Point-of-care tests' role in time metrics of urgent interventions in emergency department; a systematic review of literature. *Arch Acad Emerg Med* 2022;10(1):e82 [in English].
82. Kolodziej M, Jalali A, Lukasik J. Point-of-care ultrasound to assess degree of dehydration in children: a systematic review with meta-analysis. *Arch Dis Child* 2024;109(4):275–81. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-325403> [in English].
83. Akkaya B, Inan C, Unlu II, et al. A silent scream in the pediatric emergency department: child abuse and neglect. *Eur J Pediatr* 2024;183(7):2905–12. <https://doi.org/10.1007/s00431-024-05526-2> [in English].
84. Woodman J, Lecky F, Hodes D, Pitt M, Taylor B, Gilbert R. Screening injured children for physical abuse or neglect in emergency departments: a systematic review. *Child Care Health Dev* 2010;36(2):153–64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2009.01025.x> [in English].
85. Luo Z, Chen Y, Epstein RA. Risk factors for child abuse and neglect: Systematic review and meta-analysis. *Public Health* 2025;241:89–98. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2025.01.028> [in English].
86. Acworth J, Castillo JD, Acworth E, et al. Advanced airway interventions for paediatric cardiac arrest: updated systematic review and meta-analysis. *Resusc Plus* 2025;23:100963. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100963>.
87. Jarvis JL, Panchal AR, Lyng JW, et al. Evidence-based guideline for prehospital airway management. *Prehosp Emerg Care* 2024;28 (4):545–57. <https://doi.org/10.1080/10903127.2023.2281363> [in English].

88. Solan T, Cudini D, Humar M, et al. Characteristics of paediatric pre-hospital intubation by intensive care paramedics. *Emerg Med Australas* 2023;35(5):754–8. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.14207> [in English].
89. Morton S, Keane S, O'Meara M. Pediatric intubations in a semiurban helicopter emergency medicine service: a retrospective review. *Air Med J* 2024;43(2):106–10. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2023.10.007> [in English].
90. Renberg M, Hertzberg D, Kornhall D, Gunther M, Gellerfors M. Pediatric prehospital advanced airway management by anesthesiologist and nurse anesthetist staffed critical care teams. *Prehosp Disaster Med* 2021;36(5):547–52. <https://doi.org/10.1017/S1049023X21000637> [in English].
91. Ramgopal S, Button SE, Owusu-Ansah S, et al. Success of pediatric intubations performed by a critical care transport service. *Prehosp Emerg Care* 2020;24(5):683–92. <https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1699212> [in English].
92. Hanlin ER, Chan HK, Covert H, et al. The Epidemiology of out-of-hospital pediatric airway management in the 2019 ESO data collaborative. *Prehosp Emerg Care* 2024;1–6. <https://doi.org/10.1080/10903127.2024.2383967> [in English].
93. Shou D, Levy M, Troncoso R, Scharf B, Margolis A, Garfinkel E. Perceived versus actual time of prehospital intubation by paramedics. *West J Emerg Med* 2024;25(4):645–50. <https://doi.org/10.5811/westjem.18400> [in English].
94. Disma N, Asai T, Cools E, et al. Airway management in neonates and infants: European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and British Journal of Anaesthesia joint guidelines. *Eur J Anaesthesiol* 2024;41(1):3–23. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001928> [in English].
95. Haag AK, Tredese A, Bordini M, et al. Emergency front-of-neck access in pediatric anesthesia: a narrative review. *Paediatr Anaesth* 2024;34(6):495–506. <https://doi.org/10.1111/pan.14875>.
96. Fuchs A, Koepp G, Huber M, et al. Apnoeic oxygenation during paediatric tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2024;132(2):392–406. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.10.039>.
97. Jones P. The therapeutic value of atropine for critical care intubation. *Arch Dis Child* 2016;101(1):77–80. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2014-308137> [in English].
98. Bisesi SA, Stauber SD, Hutchinson DJ, Acquisto NM. Current practices and safety of medication use during pediatric rapid sequence intubation. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2024;29(1):66–75. <https://doi.org/10.5863/1551-6776-29.1.66> [in English].
99. Kovacich NJ, Nelson AC, McCormick T, Kaucher KA. Incidence of bradycardia and the use of atropine in pediatric rapid sequence intubation in the emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(2):e540–3. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002382> [in English].
100. de Carvalho CC, Regueira S, Souza ABS, et al. Videolaryngoscopes versus direct laryngoscopes in children: ranking systematic review with network meta-analyses of randomized clinical trials. *Paediatr Anaesth* 2022;32(9):1000–14. <https://doi.org/10.1111/pan.14521> [in English].
101. Thomas RE, Erickson S, Hullett B, et al. Comparison of the efficacy and safety of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for infants in the intensive care setting: a pilot, unblinded RCT. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2021;106(6):614–20. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320764> [in English].
102. Sarhan K, Walaa R, Hasanin A, et al. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in neonates undergoing noncardiac surgeries: a randomized controlled trial. *Paediatr Anaesth* 2024;34(10):1045–52. <https://doi.org/10.1111/pan.14953> [in English].
103. Manimallethu R, Krishna S, Shafy SZ, Hakim M, Tobias JD. Choosing endotracheal tube size in children: which formula is best? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2020;134:110016. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110016> [in English].
104. Duracher C, Schmautz E, Martinon C, Faivre J, Carli P, Orliaguet G. Evaluation of cuffed tracheal tube size predicted using the Khine formula in children. *Paediatr Anaesth* 2008;18(2):113–8. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2007.02382.x> [in English].
105. Borkar N, Sharma C, Francis J, Kumar M, Singha SK, Shukla A. Applicability of the Broselow pediatric emergency tape to predict the size of endotracheal tube and laryngeal mask airway in pediatric patients undergoing surgery: a retrospective analysis. *Cureus* 2023;15(1):e33327. <https://doi.org/10.7759/cureus.33327> [in English].
106. Pukar KC, Jha A, Ghimire K, Shrestha R, Shrestha AP. Accuracy of Broselow tape in estimating the weight of the child for management of pediatric emergencies in Nepalese population. *Int J Emerg Med* 2020;13(1):9. <https://doi.org/10.1186/s12245-020-0269-0> [in English].
107. Simons T, Soderlund T, Handolin L. Radiological evaluation of tube depth and complications of prehospital endotracheal intubation in pediatric trauma: a descriptive study. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2017;43(6):797–804. <https://doi.org/10.1007/s00068-016-0758-2> [in English].
108. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 2022;136(1):31–81. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004002>.
109. Cook TM, Woodall N, Frerk C, Fourth National Audit P. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011;106(5):617–31. <https://doi.org/10.1093/bja/aer058>.
110. Black AE, Flynn PE, Smith HL, et al. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. *Paediatr Anaesth* 2015;25(4):346–62. <https://doi.org/10.1111/pan.12615>.
111. McGrath BA, Bates L, Atkinson D, Moore JA. Multidisciplinary guidelines for the management of tracheostomy and laryngectomy airway emergencies. *Anaesthesia* 2012;67(9):1025–41. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07217.x> [in English].
112. Ross E, Stephenson K. Fifteen-minute consultation: emergency management of tracheostomy problems in children. *Arch Dis Child Educ Pract Ed* 2019;104(4):189–94. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-316099> [in English].
113. Louman S, van Stralen KJ, Pijnenburg MWH, Koppelman GH, Boehmer ALM. Oxygen saturation targets for children with respiratory distress: a systematic review. *ERJ Open Res* 2023;9(5). <https://doi.org/10.1183/23120541.00256-2023>.
114. Peters MJ, Gould DW, Ray S, et al. Conservative versus liberal oxygenation targets in critically ill children (Oxy-PICU): a UK multicentre, open, parallel-group, randomised clinical trial. *Lancet* 2024;403(10424):355–64. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01968-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01968-2).
115. Dopper A, Steele M, Bogossian F, Hough J. High flow nasal cannula for respiratory support in term infants. *Cochrane Database System Rev* 2023;8:CD011010. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011010.pub2>.

116. Boghi D, Kim KW, Kim JH, et al. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Crit Care Med* 2023;24(2):123–32. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003109> [in English].
117. Carroll CL, Napolitano N, Pons-Odena M, Iyer NP, Korang SK, Essouri S. Noninvasive respiratory support for pediatric acute respiratory distress syndrome: from the second pediatric acute lung injury consensus conference. *Pediatr Crit Care Med* 2023;24(12 Suppl 2):S135–47. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003165> [in English].
118. Armarego M, Forde H, Wills K, Beggs SA. High-flow nasal cannula therapy for infants with bronchiolitis. *Cochrane Database System Rev* 2024.
119. Ray-Barruel G, Pather P, Schults JA, Rickard CM. Handheld ultrasound devices for peripheral intravenous cannulation: a scoping review. *J Infus Nurs* 2024;47(2):75–95. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000540> [in English].
120. Hoskins M, Sefick S, Zurca AD, Walter V, Thomas NJ, Krawiec C. Current utilization of interosseous access in pediatrics: a population-based analysis using an EHR database, TriNetX. *Int J Emerg Med* 2022;15(1):65. <https://doi.org/10.1186/s12245-022-00467-9> [in English].
121. Pfeiffer D, Olivier M, Brenner S, Gomes D, Lieftuchter V, Hoffmann F. Factors influencing the success and complications of intraosseous access in pediatric patients—a prospective nationwide surveillance study in Germany. *Front Pediatr* 2023;11:1294322. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1294322> [in English].
122. Garabon JJW, Gunz AC, Ali A, Lim R. EMS use and success rates of intraosseous infusion for pediatric resuscitations: a large regional health system experience. *Prehosp Emerg Care* 2023;27(2):221–6. <https://doi.org/10.1080/10903127.2022.2072553> [in English].
123. Lehr AR, Rached-d’Astous S, Barrowman N, et al. Balanced versus unbalanced fluid in critically ill children: systematic review and meta-analysis. *Pediatr Crit Care Med* 2022;23(3):181–91. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002890> [in English].
124. Ranjit S, Natraj R, Kissoon N, Thiagarajan RR, Ramakrishnan B, Monge Garcia MI. Variability in the hemodynamic response to fluid bolus in pediatric septic shock. *Pediatr Crit Care Med* 2021;22(8):e448–58. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002714> [in English].
125. Harley A, George S, Phillips N, et al. Resuscitation with early adrenaline infusion for children with septic shock: a randomized pilot trial. *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(2):106–17. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003351> [in English].
126. Iramain R, Ortiz J, Jara A, et al. Fluid resuscitation and inotropic support in patients with septic shock treated in pediatric emergency department: an open-label trial. *Cureus* 2022;14(10):e30029. <https://doi.org/10.7759/cureus.30029> [in English].
127. Marchetto L, Zanetto L, Comoretto RI, et al. Outcomes of pediatric fluid-refractory septic shock according to different vasoactive strategies: a systematic review and meta-analysis. *Shock* 2024;62(5):599–611. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000002427> [in English].
128. Banothu KK, Sankar J, Kumar UV, et al. A randomized controlled trial of norepinephrine plus dobutamine versus epinephrine as first-line vasoactive agents in children with fluid refractory cold septic shock. *Crit Care Explor* 2023;5(1):e0815 [in English].
129. Tran QK, Mester G, Bzhilyanskaya V, et al. Complication of vasopressor infusion through peripheral venous catheter: a systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2020;38(11):2434–43. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.09.047> [in English].
130. Kohn-Loncarica G, Hualde G, Fustinana A, et al. Use of inotropics by peripheral vascular line in the first hour of treatment of pediatric septic shock: experience at an emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(1):e371–7. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002295> [in English].
131. Yeong YQ, Chan JMF, Chan JKY, Huang HL, Ong GY. Safety and outcomes of short-term use of peripheral vasoactive infusions in critically ill paediatric population in the emergency department. *Sci Rep* 2022;12(1):16340. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20510-2> [in English].
132. Levy RA, Reiter PD, Spear M, et al. Peripheral vasoactive administration in critically ill children with shock: a single-center retrospective cohort study. *Pediatr Crit Care Med* 2022;23(8):618–25. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002970> [in English].
133. Charbel RC, Ollier V, Julliard S, et al. Safety of early norepinephrine infusion through peripheral vascular access during transport of critically ill children. *J Am Coll Emerg Physicians Open* 2021;2(2):e12395. <https://doi.org/10.1002/emp2.12395> [in English].
134. Matsushita FY, Krebs VLJ, de Campos CV, de Vincenzi Gaiolla PV, de Carvalho WB. Reassessing the role of milrinone in the treatment of heart failure and pulmonary hypertension in neonates and children: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Pediatr* 2024;183(2):543–55. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05342-0> [in English].
135. Silveti S, Bellelli A, Bianzina S, Momeni M. Effect of levosimendan treatment in pediatric patients with cardiac dysfunction: an update of a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2022;36(3):657–64. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.09.018> [in English].
136. Lapere M, Rega F, Rex S. Levosimendan in paediatric cardiac anaesthesiology: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Anaesthesiol* 2022;39(8):646–55. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001711> [in English].
137. Philpott NG, Dante SA, Philpott D, et al. Treatment guideline nonadherence pretransport associated with need for higher level of care in children transferred to a pediatric tertiary care center for status epilepticus. *Pediatr Emerg Care* 2023;39(10):780–5. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002952> [in English].
138. Kenyon N, Zeki AA, Albertson TE, Louie S. Definition of critical asthma syndromes. *Clin Rev Allergy Immunol* 2015;48(1):1–6. <https://doi.org/10.1007/s12016-013-8395-6> [in English].
139. Global Initiative for Asthma. *Global strategy for asthma management and prevention*. Updated May 2024. (www.ginasthma.org).
140. Craig SS, Dalziel SR, Powell CVE, Graudins A, Babl FE, Lunny C. Interventions for acute severe asthma attacks in children: an overview of cochrane reviews. *Cochrane Database System Rev* 2020;8:CD012977. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012977>.
141. Chavasse R, Scott S. The differences in acute management of asthma in adults and children. *Front Pediatr* 2019;7:64. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00064>.
142. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign international guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21(2):e52–e106. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002198> [in English].
143. Pitre T, Drover K, Chaudhuri D, et al. Corticosteroids in sepsis and septic shock: a systematic review, pairwise, and dose-response meta-analysis. *Crit Care Explor* 2024;6(1):e1000 [in English].

145. Chaudhuri D, Nei AM, Rochweg B, et al. 2024 focused update: guidelines on use of corticosteroids in sepsis, acute respiratory distress syndrome, and community-acquired pneumonia. *Crit Care Med* 2024;52(5):e219–33. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006172> [in English].
146. Brissaud O, Botte A, Cambonie G, et al. Experts' recommendations for the management of cardiogenic shock in children. *Ann Intensive Care* 2016;6(1):14. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0111-2>.
147. Suttipongkaset P, Chaikittisilpa N, Vavilala MS, et al. Blood pressure thresholds and mortality in pediatric traumatic brain injury. *Pediatrics* 2018;142(2). <https://doi.org/10.1542/peds.2018-0594> [in English].
148. Spinella PC, Leonard JC, Gaines BA, et al. Use of antifibrinolytics in pediatric life-threatening hemorrhage: a prospective observational multicenter study. *Crit Care Med* 2022;50(4):e382–92. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005383> [in English].
149. Kornelsen E, Kuppermann N, Nishijima DK, et al. Effectiveness and safety of tranexamic acid in pediatric trauma: a systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2022;55:103–10. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.01.069> [in English].
150. Ross CE, Moskowitz A, Grossestreuer AV, et al. Trends over time in drug administration during pediatric in-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* 2021;158:243–52. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.040> [in English].
151. Hanna A, Crowe RP, Fische JN. Pediatric bradycardia is undertreated in the prehospital setting: a retrospective multi-agency analysis. *Prehosp Emerg Care* 2023;27(1):101–6. <https://doi.org/10.1080/10903127.2021.2018075> [in English].
152. Topjian A, Scholefield B, Gray J, et al. Bradycardia with haemodynamic compromise – a scoping review: consensus on science with treatment recommendations on behalf of Paediatric Life Support Task Force. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR); 2025*. Available from: <https://ilcor.org>.
153. Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEP-Cardiac Working Group joint consensus statement. *Europace* 2013;15(9):1337–82. <https://doi.org/10.1093/europace/eut082> [in English].
154. Brugada J, Katritsis DG, Arbelo E, et al. 2019 ESC guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia the task force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2020;41(5):655–720. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz467> [in English].
155. Oeffl N, Krainer M, Kurath-Koller S, et al. Cardiac arrhythmias requiring electric countershock during the neonatal period—a systematic review. *Children (Basel)* 2023;10(5). <https://doi.org/10.3390/children10050838> [in English].
156. Randall MM, Burt T, Cruise S, Mesisca MK, Minahan T. Safety of adenosine for pediatric tachyarrhythmia treatment in the emergency department: a multi-hospital 10-year cross-sectional study. *Int J Emerg Med* 2024;17(1):103. <https://doi.org/10.1186/s12245-024-00683-5> [in English].
157. Wei N, Lamba A, Franciosi S, et al. Medical management of infants with supraventricular tachycardia: results from a registry and review of the literature. *CJC Pediatr Congenit Heart Dis* 2022;1(1):11–22. <https://doi.org/10.1016/j.cjpcp.2021.09.001> [in English].
158. Batra AS, Silka MJ, Borquez A, et al. Pharmacological management of cardiac arrhythmias in the fetal and neonatal periods: a scientific statement from the American Heart Association: endorsed by the Pediatric & Congenital Electrophysiology Society (PACES). *Circulation* 2024;149(10):e937–52. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001206> [in English].
159. Arvind B, Kothari SS, Juneja R, et al. Ivabradine versus amiodarone in the management of postoperative junctional ectopic tachycardia: a randomized, open-label, noninferiority study. *JACC Clin Electrophysiol* 2021;7(8):1052–60. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2021.01.020> [in English].
160. Younis NK, Abi-Saleh B, Al Amin F, et al. Ivabradine: a potential therapeutic for children with refractory SVT. *Front Cardiovasc Med* 2021;8:660855. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.660855> [in English].
161. Sagawa K, Suzuki T, Takei K, et al. Control of heart rate in infant and child tachyarrhythmia with reduced cardiac function using landiolol (HEARTFUL)—results of a prospective, multicenter, uncontrolled clinical study. *Circ J* 2022;87(1):130–8. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-21-0967> [in English].
162. Malloy-Walton LE, Von Bergen NH, Balaji S, et al. IV sotalol use in pediatric and congenital heart patients: a multicenter registry study. *J Am Heart Assoc* 2022;11(9):e024375. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.024375> [in English].
163. McTague A, Martland T, Appleton R. Drug management for acute tonic-clonic convulsions including convulsive status epilepticus in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;1(1):CD001905. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001905.pub3>.
164. Hasan SU, Pervez A, Bhatti S, Shamim S, Naeem A, Naseeb MW. Termination of seizures in the paediatric age group, best benzodiazepine and route of administration: a network meta-analysis. *Eur J Neurosci* 2022;56(3):4234–45. <https://doi.org/10.1111/ejn.15732> [in English].
165. Klowak JA, Hewitt M, Catenacci V, et al. Levetiracetam versus phenytoin or fosphenytoin for second-line treatment of pediatric status epilepticus: a meta-analysis. *Pediatr Crit Care Med* 2021;22(9):e480–91. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002703> [in English].
166. Abdelgadir I, Hamud A, Kadri A, et al. Levetiracetam for convulsive status epilepticus in childhood: systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child* 2021;106(5):470–6. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-319573> [in English].
167. AlMulihi QA, AlMuhanna FA, AlMuhanna MA, AlSultan EA. Comparison of safety and effectiveness between levetiracetam and phenytoin in the treatment of pediatric status epilepticus: a meta-analysis. *CNS Neurol Disord Drug Targets* 2023;22(5):745–51. <https://doi.org/10.2174/1568007X04666220509215121> [in English].
168. Xue T, Wei L, Shen X, Wang Z, Chen Z. Levetiracetam versus phenytoin for the pharmacotherapy of benzodiazepine-refractory status epilepticus: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *CNS Drugs* 2020;34(12):1205–15. <https://doi.org/10.1007/s40263-020-00770-0> [in English].
169. Kim SY, Lee SY, Kim TH, Shin SD, Song KJ, Park JH. Location of out-of-hospital cardiac arrest and the awareness time interval: a nationwide observational study. *Emerg Med J* 2022;39(2):118–23. <https://doi.org/10.1136/emermed-2020-209903> [in English].
170. Goto Y, Funada A, Maeda T. Dispatcher-assisted conventional cardiopulmonary resuscitation and outcomes for paediatric out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation* 2022;172:106–14. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.10.003> [in English].

171. Wyckoff MH, Greif R, Morley PT, et al. 2022 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Resuscitation* 2022; 181:208–88. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.10.005> [in English].
172. Naim MY, Griffis HM, Berg RA, et al. Compression-only versus rescue-breathing cardiopulmonary resuscitation after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 2021;78(10):1042–52. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.06.042> [in English].
173. Iwami T, Scapigliati A, Matsuyama T, et al. Willingness to perform bystander-CPR scoping review and task force insights. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2022. Available from: <http://ilcor.org>.
174. Lee YJ, Song KJ, Shin SD, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation program and outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Pediatr Emerg Care* 2019;35(8):561–7. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001365> [in English].
175. Kim TH, Jung JH, Song KJ, Hong KJ, Jeong J, Lee SGW. Association between patient age and pediatric cardiac arrest recognition by emergency medical dispatchers. *Am J Emerg Med* 2022; 58:275–80. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.05.038> [in English].
176. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: basic life support. *Resuscitation* 2021;161: 98–114. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>.
177. Skrisovska T, Djakow J, Jabandziew P, et al. Ventilation efficacy during paediatric cardiopulmonary resuscitation (PEDIVENT): simulation-based comparative study. *Front Med (Lausanne)* 2024;11:1400948. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1400948>.
178. Dainty KN, Debaty G, Vaillancourt C, et al. Interventions used with dispatcher-assisted CPR: a scoping review. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
179. Pan DF, Li ZJ, Ji XZ, Yang LT, Liang PF. Video-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation improves the quality of chest compressions during simulated cardiac arrests: a systemic review and meta-analysis. *World J Clin Cases* 2022;10(31):11442–53. <https://doi.org/10.12298/wjcc.v10.i31.11442> [in English].
180. Katzenschlager S, Scholefield B, de Caen A, Acworth J, Force obotILCoRPLST. Pulse check accuracy in pediatrics during resuscitation – pediatric consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
181. Bray J, Dassanayake V, Considine J, et al. Starting CPR (ABC vs. CAB) for cardiac arrest in adults and children consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
182. Geerts A, Herbelet S, Borremans G, Coppens M, Christiaens-Leysen E, Van de Voorde P. Five vs. two initial rescue breaths during infant basic life support: a manikin study using bag-mask-ventilation. *Front Pediatr* 2022;10:1067971. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.1067971> [in English].
183. Martinez-Isasi S, Jorge-Soto C, Castro-Fernandez C, et al. Pediatric ventilation skills by non-healthcare students: effectiveness, self-perception, and preference. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20043026> [in English].
184. Santos-Folgar M, Lafuente-Filgueira P, Otero-Agra M, et al. Quality of ventilations during infant resuscitation: a simulation study comparing endotracheal tube with face mask. *Children (Basel)* 2022;9(11). <https://doi.org/10.3390/children9111757> [in English].
185. Michel J, Hofbeck M, Neunhoeffer F, Muller M, Heimberg E. Evaluation of a multimodal resuscitation program and comparison of mouth-to-mouth and bag-mask ventilation by relatives of children with chronic diseases. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21(2):e114–20. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002204> [in English].
186. Nehme Z, R. C, Dicker B, et al. Chest compression-to-ventilation ratios for cardiopulmonary resuscitation: a systematic review consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
187. Manrique G, Gonzalez A, Iguiniz M, et al. Quality of chest compressions during pediatric resuscitation with 15:2 and 30:2 compressions-to-ventilation ratio in a simulated scenario. *Sci Rep* 2020;10(1):6828. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63921-9> [in English].
188. Olasveengen T, Semeraro F, Bray J, et al. Minimizing pauses in chest compressions consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2022. Available from: <https://ilcor.org>.
189. Chen CY, Che-Hung Tsai J, Weng SJ, Chen YJ. An innovative Hearing AED alarm system shortens delivery time of automated external defibrillator – a randomized controlled simulation study. *Resusc Plus* 2024;20:100781. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100781>.
190. Griffis H, Wu L, Naim MY, et al. Characteristics and outcomes of AED use in pediatric cardiac arrest in public settings: the influence of neighborhood characteristics. *Resuscitation* 2020; 146:126–31. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.038> [in English].
191. Kim M, Yu J, Chang H, et al. National surveillance of pediatric out-of-hospital cardiac arrest in Korea: the 10-year trend from 2009 to 2018. *J Korean Med Sci* 2022;37(44):e317 [in English].
192. Atkins D, Acworth J, Chung SP, Reis A, Van de Voorde P. Application of automated external defibrillators in infants, children and adolescents in cardiac arrest consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Pediatric and Basic Life Support Task Forces*; 2022. Available from: <https://ilcor.org>.
193. Tejman-Yarden S, Katz U, Rubinstein M, et al. Inappropriate shocks and power delivery using adult automatic external defibrillator pads in a pediatric patient. *Pediatr Emerg Care* 2021;37 (12):e1708–10. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001074> [in English].
194. Rossano JW, Jones WE, Lerakis S, et al. The use of automated external defibrillators in infants: a report from the American Red Cross Scientific Advisory Council. *Pediatr Emerg Care* 2015;31 (7):526–30. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000000490> [in English].
195. Douma MJ, Handley AJ, MacKenzie E, et al. The recovery position for maintenance of adequate ventilation and the prevention of cardiac arrest: a systematic review. *Resusc Plus* 2022;10:100236. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100236> [in English].
196. Navarro-Paton R, Freire-Tellado M, Fernandez-Gonzalez N, Basanta-Camino S, Mateos-Lorenzo J, Lago-Ballesteros J. What is the best position to place and re-evaluate an unconscious but normally breathing victim? A randomised controlled human simulation trial on children. *Resuscitation* 2019;134:104–9. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.10.030> [in English].
197. Paal P, Niederklapfer T, Keller C, et al. Head-position angles in children for opening the upper airway. *Resuscitation* 2010;81 (6):676–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.01.022> [in English].

198. Dewan M, Perkins G, Schachna E, et al. Firm surface for the delivery of CPR: an updated systematic review and meta-analysis. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024.
199. Dewan M, Schachna E, Eastwood K, Perkins G, Bray J. The optimal surface for delivery of CPR: an updated systematic review and meta-analysis. *Resusc Plus* 2024;19:100718. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100718>.
200. Raffay V, Olasveengen TM, Bray J, Force obotILCoRBT. Hand position during compressions consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
201. Berg KM, Bray JE, Ng KC, et al. 2023 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Resuscitation* 2023;195:109992. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109992> [in English].
202. Chang CY, Hou YT, Chien YJ, et al. Two-thumb or two-finger technique in infant cardiopulmonary resuscitation by a single rescuer? A meta-analysis with GOSH analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph17145214> [in English].
203. Chang CY, Lin PC, Chien YJ, Chen CS, Wu MY. Analysis of chest-compression depth and full recoil in two infant chest-compression techniques performed by a single rescuer: systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17114018> [in English].
204. Ramachandran S, Bruckner M, Wyckoff MH, Schmolzer GM. Chest compressions in newborn infants: a scoping review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2023;108(5):442–50. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2022-324529> [in English].
205. Jahnsen J, Gonzalez A, Fabres J, Bahamondes A, Estay A. Effect of two different chest compression techniques on ventilation during neonatal resuscitation. *J Perinatol* 2021;41(7):1571–4. <https://doi.org/10.1038/s41372-021-01061-2> [in English].
206. Tellier E, Lacaze M, Naud J, et al. Comparison of two infant cardiopulmonary resuscitation techniques explained by phone in a non-health professionals' population: Two-thumbs encircling hand technique vs. two-fingers technique, a randomised crossover study in a simulation environment. *Am J Emerg Med* 2022;61:163–8. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.09.012> [in English].
207. Jeon W, Kim J, Ko Y, Lee J. New chest compression method in infant resuscitation: cross thumb technique. *PLoS One* 2022;17(8) e0271636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271636> [in English].
208. Barcala-Furelos R, Barcala-Furelos M, Cano-Noguera F, et al. A comparison between three different techniques considering quality skills, fatigue and hand pain during a prolonged infant resuscitation: a cross-over study with lifeguards. *Children (Basel)* 2022;9(6). <https://doi.org/10.3390/children9060910> [in English].
209. Tsou JY, Kao CL, Tu YF, Hong MY, Su FC, Chi CH. Biomechanical analysis of force distribution in one-handed and two-handed child chest compression- a randomized crossover observational study. *BMC Emerg Med* 2022;22(1):13. <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00566-z> [in English].
210. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, et al. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): a scoping review. *Resuscitation* 2020;146:188–202. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.042> [in English].
211. Ong GY, Chen ZJ, Niles DE, et al. Poor concordance of one-third anterior-posterior chest diameter measurements with absolute age-specific chest compression depth targets in pediatric cardiac arrest patients. *J Am Heart Assoc* 2023;12(14)e028418. <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.028418> [in English].
212. Eimer C, Huhndorf M, Sattler O, et al. Optimal chest compression point during pediatric resuscitation: implications for pediatric resuscitation practice by CT scans. *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(10):928–36. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003553> [in English].
213. Ikeyama T, Hozumi T, Kikuyama K, Niles D, Nadkarni V, Ito K. Chest compression depth targets in critically ill infants and children measured with a laser distance meter: single-center retrospective study from Japan, 2019–2022. *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(8):720–7. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003515> [in English].
214. Noh H, Lee W, Yang D, Oh JH. Effects of resuscitation guideline terminology on pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 2022;54:65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.01.051> [in English].
215. Lee W, Yang D, Oh JH. Differences in the performance of resuscitation according to the resuscitation guideline terminology during infant cardiopulmonary resuscitation: “approximately 4 cm” versus “at least one-third the anterior-posterior diameter of the chest”. *PLoS One* 2020;15(3)e0230687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230687> [in English].
216. Falco L, Timmons Z, Swing T, Luciano W, Bulloch B. Measuring the quality of cardiopulmonary resuscitation in the emergency department at a quaternary children's hospital. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(10):521–5. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002673> [in English].
217. Yu P, Lasa JJ, Zhang X, et al. Are chest compression quality metrics different in children with and without congenital heart disease? A report from the pediatric resuscitation quality collaborative. *Resusc Plus* 2024;20:100802. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100802> [in English].
218. Rappold TE, Morgan RW, Reeder RW, et al. The association of arterial blood pressure waveform-derived area duty cycle with intra-arrest hemodynamics and cardiac arrest outcomes. *Resuscitation* 2023;191:109950. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109950> [in English].
219. De Roos E, Vanwulpen M, Hachimi-Idrissi S. Chest compression release velocity: an independent determinant of end-tidal carbon dioxide in out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2022;54:71–5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.01.053> [in English].
220. Lauridsen KG, Morgan RW, Berg RA, et al. Association between chest compression pause duration and survival after pediatric in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2024;149(19):1493–500. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066882> [in English].
221. Han P, Rasmussen L, Su F, et al. High variability in the duration of chest compression interruption is associated with poor outcomes in pediatric extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(5):452–60. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003461> [in English].
222. Lopez-Herce J, Del Castillo J, Ristagno G, et al. Pad positions and size in adults and children consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.

223. Heyer Y, Baumgartner D, Baumgartner C. A systematic review of the transthoracic impedance during cardiac defibrillation. *Sensors (Basel)* 2022;22(7). <https://doi.org/10.3390/s22072808> [in English].
224. Balaji S, Atkins DL, Berger S, Etheridge SP, Shah MJ. The case for home AED in children, adolescents, and young adults not meeting criteria for ICD. *JACC Clin Electrophysiol* 2022;8(9):1165–72. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2022.07.020> [in English].
225. Chua C, Schmolzer GM, Davis PG. Airway manoeuvres to achieve upper airway patency during mask ventilation in newborn infants: a historical perspective. *Resuscitation* 2012;83(4):411–6. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.11.007> [in English].
226. Aranda-Garcia S, San Roman-Mata S, Otero-Agra M, et al. Is the over-the-head technique an alternative for infant CPR performed by a single rescuer? A randomized simulation study with lifeguards. *Pediatric Reports* 2024;16(1):100–9.
227. Santos-Folgar M, Fernandez-Mendez F, Otero-Agra M, et al. Infant cardiopulmonary resuscitation quality while walking fast: a simulation study. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(2):e973–7. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002505> [in English].
228. Couper K, Abu Hassan A, Ohri V, et al. Removal of foreign body airway obstruction: a systematic review of interventions. *Resuscitation* 2020;156:174–81. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.007> [in English].
229. Dunne CL, Cirone J, Blanchard IE, et al. Evaluation of basic life support interventions for foreign body airway obstructions: a population-based cohort study. *Resuscitation* 2024;201:110258. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110258> [in English].
230. Norii T, Igarashi Y, Yoshino Y, et al. The effects of bystander interventions for foreign body airway obstruction on survival and neurological outcomes: findings of the MOCHI registry. *Resuscitation* 2024;199:110198. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110198> [in English].
231. Suga R, Igarashi Y, Kitano S, et al. Effectiveness of the abdominal thrust maneuver for airway obstruction removal: analysis of data from the national emergency medical services information system. *J Nippon Med Sch* 2024;91(3):270–6. https://doi.org/10.1272/jnms.JNMS.2024_91-305 [in English].
232. Couper A, Ohri V, Patterson E, et al. Foreign body airway obstruction in adults and children. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Basic Life Support Task Force; 2020*. Available from: <http://ilcor.org>.
233. Djävrv J, Semeraro F, Brañde L, et al. *European Resuscitation Council Guidelines 2025: first aid*. 2025.
234. Özlü S, Bilgin S, Yamanoglu A, et al. Comparison of carotid artery ultrasound and manual method for pulse check in cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 2023;70:157–62. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.05.045> [in English].
235. Cohen AL, Li T, Becker LB, et al. Femoral artery Doppler ultrasound is more accurate than manual palpation for pulse detection in cardiac arrest. *Resuscitation* 2022;173:156–65. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.01.030> [in English].
236. Lupton JR, Newgard CD, Dennis D, et al. Initial defibrillator pad position and outcomes for shockable out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA Netw Open* 2024;7(9):e2431673. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.31673> [in English].
237. Steinberg MF, Olsen JA, Persse D, Souders CM, Wik L. Efficacy of defibrillator pads placement during ventricular arrhythmias, a before and after analysis. *Resuscitation* 2022;174:16–9. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.03.004> [in English].
238. Cheskes S, Drennan IR, Turner L, Pandit SV, Dorian P. The impact of alternate defibrillation strategies on shock-refractory and recurrent ventricular fibrillation: a secondary analysis of the DOSE VF cluster randomized controlled trial. *Resuscitation* 2024;198:110186. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110186> [in English].
239. Cheskes S, Verbeek PR, Drennan IR, et al. Defibrillation strategies for refractory ventricular fibrillation. *N Engl J Med* 2022;387(21):1947–56. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2207304> [in English].
240. Haskell SE, Hoyme D, Zimmerman MB, et al. Association between survival and number of shocks for pulseless ventricular arrhythmias during pediatric in-hospital cardiac arrest in a national registry. *Resuscitation* 2024;198:110200. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110200>.
241. Acworth J, del Castillo J, Tiwari L, Atkins D, de Caen A, Force obotILCoRPLST. Energy doses for pediatric defibrillation during resuscitation – paediatric consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR); 2024*. Available from: <https://ilcor.org>.
242. Hoyme DB, Zhou Y, Girotra S, et al. Improved survival to hospital discharge in pediatric in-hospital cardiac arrest using 2 Joules/ kilogram as first defibrillation dose for initial pulseless ventricular arrhythmia. *Resuscitation* 2020;153:88–96. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.048> [in English].
243. Acworth J, del Castillo J, Acworth E, et al. Advanced airway interventions in pediatric cardiac arrest – paediatric consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR); 2024*. Available from: <https://ilcor.org>.
244. del Castillo J, Acworth J, López-Herce J, Kleinman M, Atkins D, Force obotILCoRPLST. Ventilation rates in pediatric CPR with an advanced airway – paediatric consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR); 2024*. Available from: <https://ilcor.org>.
245. Kienzle MF, Morgan RW, Reeder RW, et al. Epinephrine dosing intervals are associated with pediatric in-hospital cardiac arrest outcomes: a multicenter study. *Crit Care Med* 2024;52(9):1344–55. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000006334> [in English].
246. Chang CY, Wu PH, Hsiao CT, Chang CP, Chen YC, Wu KH. Sodium bicarbonate administration during in-hospital pediatric cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2021;162:188–97. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.035>.
247. Cashen K, Reeder RW, Ahmed T, et al. Sodium bicarbonate use during pediatric cardiopulmonary resuscitation: a secondary analysis of the ICU-RESUSCitation project trial. *Pediatr Crit Care Med* 2022;23(10):784–92. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003045>.
248. Holmberg MJ, Granfeldt A, Andersen LW. Bicarbonate, calcium, and magnesium for in-hospital cardiac arrest – an instrumental variable analysis. *Resuscitation* 2023;191:109958. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109958> [in English].
249. Gray J, Christoff A, Nuthall G, et al. Measuring invasive blood pressure during pediatric in-hospital cardiac arrest: consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR); 2024*. Available from: <https://ilcor.org>.
250. Berg RA, Morgan RW, Reeder RW, et al. Diastolic blood pressure threshold during pediatric cardiopulmonary resuscitation and survival outcomes: a multicenter validation study. *Crit Care Med* 2023;51(1):91–102. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005715>.
251. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, et al. Association between diastolic blood pressure during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation and survival. *Circulation* 2018;137(17):1784–95. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032270>.

252. Kienzle MF, Morgan RW, Alvey JS, et al. Clinician-reported physiologic monitoring of cardiopulmonary resuscitation quality during pediatric in-hospital cardiac arrest: a propensity-weighted cohort study. *Resuscitation* 2023;188. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109807>.
253. Morgan RW, Reeder RW, Bender D, et al. Associations between end-tidal carbon dioxide during pediatric cardiopulmonary resuscitation, cardiopulmonary resuscitation quality, and survival. *Circulation* 2024;149(5):367–78. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066659> [in English].
254. Sorcher JL, Hunt EA, Shaffner DH, et al. Association of end-tidal carbon dioxide levels during cardiopulmonary resuscitation with survival in a large paediatric cohort. *Resuscitation* 2022;170:316–23. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.10.029>.
255. Yates AR, Naim MY, Reeder RW, et al. Early cardiac arrest hemodynamics, end-tidal CO₂, and outcome in pediatric extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: secondary analysis of the ICU-RESUSCitation Project Dataset (2016-2021). *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(4):312–22. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003423>.
256. Raymond T, Esangbedo I, Rajapreyar P, et al. Cerebral oximetry during pediatric in-hospital cardiac arrest: a multicenter study of survival and neurologic outcome. *Crit Care Med* 2024;52(5):775–85. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006186> [in English].
257. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care* 2020;24(1):65. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2787-9> [in English].
258. 258 Holmberg MJ, Granfeldt A, Guerguerian AM, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: an updated systematic review. *Resuscitation* 2023;182:109665. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.12.003> [in English].
259. Golden DBK, Wang J, Wasserman S, et al. Anaphylaxis: a 2023 practice parameter update. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2024;132(2):124–76. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2023.09.015>.
260. Ballesteros Pena SRL A. Does the trendelenburg position affect hemodynamics? A systematic review. *Emergencias* 2012;24:143–50.
261. Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, et al. World allergy organization anaphylaxis guidance 2020. *World Allergy Organ J* 2020;13(10):100472. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2020.100472>.
262. Pouessel G, Neukirch C. Alternatives to injectable adrenaline for treating anaphylaxis. *Clin Exp Allergy* 2025;55(1):36–51. <https://doi.org/10.1111/cea.14598>.
263. Carlson JN, Cook S, Djarv T, Woodin JA, Singletary E, Zideman DA. Second dose of epinephrine for anaphylaxis in the first aid setting: a scoping review. *Cureus* 2020;12(11):e11401. <https://doi.org/10.7759/cureus.11401>.
264. Choo KJ, Simons E, Sheikh A. Glucocorticoids for the treatment of anaphylaxis: cochrane systematic review. *Allergy* 2010;65(10):1205–11. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2010.02424.x>.
265. Shaker MS, Wallace DV, Golden DBK, et al. Anaphylaxis-a 2020 practice parameter update, systematic review, and Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) analysis. *J Allergy Clin Immunol* 2020;145(4):1082–123. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.01.017>.
266. Santos AF, Riggioni C, Agache I, et al. EAACI guidelines on the management of IgE-mediated food allergy. *Allergy* 2025;80(1):14–36. <https://doi.org/10.1111/all.16345>.
267. Muraro A, Worm M, Alviani C, et al. EAACI guidelines: anaphylaxis (2021 update). *Allergy* 2022;77(2):357–77. <https://doi.org/10.1111/all.15032>.
268. Maddukuri C, Kartha N, Conway AE, Shaker MS. Pearls for practice from the 2023 joint task force anaphylaxis practice parameter. *Curr Opin Pediatr* 2025;37(1):99–106. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001397>.
269. Brown JC, Simons E, Rudders SA. Epinephrine in the management of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020;8(4):1186–95. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2019.12.015>.
270. Goto Y, Funada A, Maeda T, Goto Y. Temporal trends in neurologically intact survival after paediatric bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide population-based observational study. *Resusc Plus* 2021;6:100104. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2021.100104> [in English].
271. Fuchs A, Bockemuehl D, Jegerlehner S, et al. Favourable neurological outcome following paediatric out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective observational study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2023;31(1):106. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01165-y> [in English].
272. Lockhart-Bouron M, Canon V, Leteurte S, Hubert H, Recher M. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest is associated with lower survival rates compared to those of medical aetiology: results from the French national registry. *Ann Intensive Care* 2023;13. <https://doi.org/10.1186/s13613-023-01131-y> LK.
273. Shi D, McLaren C, Evans C. Neurological outcomes after traumatic cardiopulmonary arrest: a systematic review. *Trauma Surg Acute Care Open* 2021;6(1). <https://doi.org/10.1136/tsaco-2021-000817> [in English].
274. Faulkner J, Carballo C, Colosimo C, Gratton A, Mentzer C, Yon J. Traumatic cardiac arrest in pediatric patients: an analysis of the national trauma database 2007–2016. *Am Surg* 2022;88(9):2252–4. <https://doi.org/10.1177/00031348221091937>.
275. Lewis J, Perkins G. Traumatic cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care* 2023;29(3):162–7. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001043> [in English].
276. Schober P, Giannakopoulos G, Bulte C, Schwarte L. Traumatic cardiac arrest – a narrative review. *J Clin Med* 2024;13(2). <https://doi.org/10.3390/jcm13020302> [in English].
277. Soar J, Becker L, Berg K, et al. Cardiopulmonary resuscitation in special circumstances. *Lancet (London, England)* 2021;398(10307):1257–68. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01257-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01257-5) [in English].
278. Deasy C, Bray J, Smith K, et al. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrests in Melbourne, Australia. Ireland. 2012.
279. Hosomi S, Kitamura T, Sobue T, Zha L, Kiyohara K, Oda J. Epidemiology and outcome of pediatric out-of-hospital cardiac arrest after traffic collision in Japan: a population-based study. *J Clin Med* 2022;11(3). <https://doi.org/10.3390/jcm11030831> [in English].
280. Vianen N, Van Lieshout E, Maissan I, et al. Prehospital traumatic cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg: Off Publ Eur Trauma Soc* 2022;48(4):3357–72. <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01941-y> [in English].

281. Kleber C, Giesecke MT, Lindner T, Haas NP, Buschmann CT. Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin. (1873–1570 (Electronic)).
282. Alqudah Z, Nehme Z, Williams B, Oteir A, Bernard S, Smith K. Impact of a trauma-focused resuscitation protocol on survival outcomes after traumatic out-of-hospital cardiac arrest: an interrupted time series analysis. *Resuscitation* 2021;162:104–11. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.026> [in English].
283. Charlton N, Goolsby C, Zideman D, Maconochie I, Morley P, Singletary E. Appropriate tourniquet types in the pediatric population. A systematic review. *Cureus* 2021;13(4):e14474. <https://doi.org/10.7759/cureus.14474> [in English].
284. Djarv T. ILCOR evidence update FA 7334: hemostatic agents for life-threatening external bleeding – draft. 2021.
285. Hewett Brumberg DM, Alibertis K, Charlton NP, et al. American Heart Association and American Red Cross guidelines for first aid. *Circulation* 2024;2024:150. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001281> [in English].
286. Laermans J, Dja'rv T, Singletary E, et al. Spinal motion restriction task force synthesis of a scoping review – draft. ILCOR FA 7311. International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) First Aid Task Force; 2024. Available from: <http://ilcor.org>.
287. Wongtanasarasin W, Thepchinda T, Kasirawat C, et al. Treatment outcomes of epinephrine for traumatic out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Trauma Shock* 2021;14:195–200.
288. Hannon L, St Clair T, Smith K, et al. Finger thoracostomy in patients with chest trauma performed by paramedics on a helicopter emergency medical service. *Emerg Med Australas* 2020;32(4):650–6. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13549> [in English].
289. Radulovic NW, Nolan BR. Predictors of survival in trauma patients requiring resuscitative thoracotomy: a scoping review. *Trauma* 2023;26. <https://doi.org/10.1177/14604086231156265>.
290. Zhu W. Global, regional, and national drowning trends from 1990 to 2021: results from the 2021 Global Burden of Disease Study. *Acad Emerg Med* 2024;31:1212–22.
291. Barcala-Furelos R, de Oliveira J, Duro-Pichel P, Colo'n-Leira S, Sanmarti'n-Montes M, Aranda-García S. In-water resuscitation during a surf rescue: time lost or breaths gained? A pilot study. *Am J Emerg Med* 2024;79:48–51. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.02.010> [in English].
292. Bierens J, Bray J, Abelairas-Gomez C, et al. A systematic review of interventions for resuscitation following drowning. *Resusc Plus* 2023;14:100406. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100406> [in English].
293. Berger S, Siekmeyer M, Petzold-Quinque S, Kiess W, Merckenschlager A. Drowning and nonfatal drowning in children and adolescents: a subsequent retrospective data analysis. *Child* 2024;11(4). <https://doi.org/10.3390/children11040439> [in English].
294. Tobin JM, Ramos WD, Pu Y, Wernicki PG, Quan L, Rossano JW. Bystander CPR is associated with improved neurologically favourable survival in cardiac arrest following drowning. (1873–1570 (Electronic)).
295. Bierens J, Abelairas-Gomez C, Barcala Furelos R, et al. Resuscitation and emergency care in drowning: a scoping review. *Resuscitation* 2021;162:205–17. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.01.033>.
296. Claesson AL, Herlitz AJ. Cardiac arrest due to drowning—changes over time and factors of importance for survival. *Resuscitation* 2014;85:644–8.
297. Dyson K, Morgans A, Bray J, Matthews B Smith K. Drowning related out-of-hospital cardiac arrests: characteristics and outcomes. (1873–1570 (Electronic)).
298. Nitta M, Kitamura T, Iwami T, et al. Out-of-hospital cardiac arrest due to drowning among children and adults from the Utstein Osaka Project. *Resuscitation* 2013;84(11):1568–73. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.06.017>.
299. Buick JE, Lin S, Rac VE, Brooks SC, Kierzek G, Morrison LJ. Drowning: an overlooked cause of out-of-hospital cardiac arrest in Canada. *CJEM* 2014;16(4):314–21. <https://doi.org/10.2310/8000.2013.131069>.
300. Watanabe M, Matsuyama T, Morita S, et al. Impact of rewarming rate on the mortality of patients with accidental hypothermia: analysis of data from the J-Point registry. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27(1):105. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0684-5>.
301. Andre MC, Vuille-Dit-Bille RN, Berset A, Hammer J. Rewarming young children after drowning-associated hypothermia and out-of-hospital cardiac arrest: analysis using the CAse REport guideline. *Pediatr Crit Care Med* 2023;24(9):e417–24. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003254> [in English].
302. Pellegrino JL, Charlton NP, Carlson JN, et al. 2020 American Heart Association and American Red Cross focused update for first aid. *Circulation* 2020;142(17):e287–303. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000900>.
303. Bierens J, Barcala-Furelos R, Beerman S, et al. Extra Corporeal Membrane Oxygenator (ECMO) in drowning. Brussels, Belgium: International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Basic Life Support Task Force. Review and Task Force Insights; 2020.
304. Grindy AKBE, Levin AB, Stockwell DC, Noje C. Pediatric cardiac arrest: a story of hypothermia, transport, and 300 minutes of CPR. *Pediatrics* 2022;149:954.
305. Mroczek T, Gladki M, Skalski J. Successful resuscitation from accidental hypothermia of 11.8 °C: where is the lower bound for human beings? *Eur J Cardiothorac Surg* 2020;58(5):1091–2. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa159> [in English].
306. Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia: 2019 update. *Wilderness Environ Med* 2019;30(4S):S47–69. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.10.002> [in English].
307. Musi ME, Sheets A, Zafren K, et al. Clinical staging of accidental hypothermia: the revised swiss system: recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Resuscitation* 2021;162:182–7. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.038> [in English].
308. Pasquier M, Strapazzon G, Kottmann A, et al. On-site treatment of avalanche victims: scoping review and 2023 recommendations of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MedCom). *Resuscitation* 2023;184:109708. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109708>.
309. Paal P, Pasquier M, Darocha T, et al. Accidental hypothermia: 2021 update. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010501>.

310. Schön CAGL, Ho'izl N, Milani M, Paal P, Zafren K. Determination of death in mountain rescue: recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Wilderness Environ Med* 2020;31:506–20.
311. Lott C, Truhlar A, Alfonso A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021;161:152–219. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011> [in English].
312. Marin' o RBAE, Ribas M, Robledo XR, Mart' nez IS, Strapazon G, et al. Anesthetic management of successful extracorporeal resuscitation after six hours of cardiac arrest due to severe accidental hypothermia. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2021;35:3303–6. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.11.016>.
313. Pasquier MRV, Darocha T, Bouzat P, Kosin'ski S, Sawamoto K, et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: an external validation of the HOPE score. *Resuscitation* 2019;139:321–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.017>.
314. Scaife JH, Hewes HA, Iantorno SE, et al. Optimizing patient selection for ECMO after pediatric hypothermic cardiac arrest. *Injury* 2025;56(1):111731. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111731> [in English].
315. Grin NRV, Darocha T, Hugli O, Carron P-N, Zingg T, et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: assessing the performance of the HOPE score in case reports from the literature. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:11896. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211896>.
316. Cools E, Brugger H, Darocha T, et al. About rewarming young children after drowning-associated hypothermia and out-of-hospital cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2024;25(3):e171–2. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000003411> [in English].
317. Huan NC, Sidhu C, Thomas R. Pneumothorax: classification and etiology. *Clin Chest Med* 2021;42(4):711–27. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2021.08.007> [in English].
318. Jahanshir A, Moghari SM, Ahmadi A, Moghadam PZ, Bahreini M. Value of point-of-care ultrasonography compared with computed tomography scan in detecting potential life-threatening conditions in blunt chest trauma patients. *Ultrasound J* 2020;12(1):36. <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00183-6> [in English].
319. Garner A, Poynter E, Parsell R, Weatherall A, Morgan M, Lee A. Association between three prehospital thoracic decompression techniques by physicians and complications: a retrospective, multicentre study in adults. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2023;49(1):571–81. <https://doi.org/10.1007/s00068-022-02049-z> [in English].
320. Quinn N, Palmer CS, Bernard S, Noonan M, Teague WJ. Thoracostomy in children with severe trauma: an overview of the paediatric experience in Victoria, Australia. *Emerg Med Australas* 2020;32(1):117–26. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13392> [in English].
321. Herron C, Forbes TJ, Kobayashi D. Pericardiocentesis in children: 20-year experience at a tertiary children's hospital. *Cardiol Young* 2022;32(4):606–11. <https://doi.org/10.1017/S104795112100278X> [in English].
322. Tiwar LS, Kleinman B, Nadkarni M, et al. Reversible causes of pediatric cardiac arrest – pulmonary embolism. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Paediatric Advanced Life Support Task Force; 2024*.
323. O'Brien S, Stanek J, Witmer C, Raffini L. The continued rise of venous thromboembolism across US children's hospitals. *Pediatrics* 2022;149(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2021-054649> [in English].
324. Chima M, Williams D, Thomas N, Krawiec C. COVID-19-associated pulmonary embolism in pediatric patients. *Hosp Pediatr* 2021;11(6):e90–4. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2021-005866> [in English].
325. Keller K, Hohohm L, Ebner M, et al. Trends in thrombolytic treatment and outcomes of acute pulmonary embolism in Germany. *Eur Heart J* 2020;41(4):522–9. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz236> [in English].
326. Reynolds J, Nicholson T, O'Neil B, Drennan I, Issa M, Welford M. Diagnostic test accuracy of point-of-care ultrasound during cardiopulmonary resuscitation to indicate the etiology of cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2022;172:54–63. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.01.006> [in English].
327. Hennelly K, Ellison A, Neuman M, Kline J. Clinical variables that increase the probability of pulmonary embolism diagnosis in symptomatic children. *Res Pract Thrombosis Haemostasis* 2020;4 (1):124–30. <https://doi.org/10.1002/rth2.12265> [in English].
328. Su Y, Zou D, Liu Y, Wen C, Zhang X. Anticoagulant impact on clinical outcomes of pulmonary embolism compared with thrombolytic therapy; meta-analysis. *United States*. 2024.
329. Ross C, Kumar R, Pelland-Marcotte M, et al. Acute management of high-risk and intermediate-risk pulmonary embolism in children: a review. *Chest* 2022;161(3):791–802. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.09.019> [in English].
330. Pietrasik A, Gao'secka A, Szarpak Ł, et al. Catheter-based therapies decrease mortality in patients with intermediate and high-risk pulmonary embolism: evidence from meta-analysis of 65,589 patients. *Switzerland*. 2022.
331. Boey J, Dhundi U, Ling R, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2023;13(1). <https://doi.org/10.3390/jcm13010064> [in English].
332. Goldberg J, Giri J, Kobayashi T, et al. Surgical management and mechanical circulatory support in high-risk pulmonary embolisms: historical context, current status, and future directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2023;147:e628–47. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001117> [in English].
333. Kim J, Barrett C, Hyslop R, Buckvold S, Gist K. Survival of children with pulmonary embolism supported by extracorporeal membrane oxygenation. *Front Pediatr* 2022;10:877637. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.877637>.
334. Carreiro S, Miller S, Wang B, Wax P, Campleman S, Manini AF. Clinical predictors of adverse cardiovascular events for acute pediatric drug exposures. *Clin Toxicol (Phila)* 2020;58 (3):183–9. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1634272>.
335. Safranek DJ, Eisenberg MS, Larsen MP. The epidemiology of cardiac arrest in young adults. *Ann Emerg Med* 1992;21(9):1102–6. [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(05\)80651-1](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(05)80651-1).
336. Thompson TM, Theobald J, Lu J, Erickson TB. The general approach to the poisoned patient. *Dis Mon* 2014;60(11):509–24. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2014.10.002>.
337. Sun X, Chen X, Lu J, Tao Y, Zhang L, Dong L. Extracorporeal treatment in children with acute severe poisoning. *Medicine (Baltimore)* 2019;98(47):e18086. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018086>.

338. Di Nardo M, Alunni Fegatelli D, Marano M, Danoff J, Kim HK. Use of extracorporeal membrane oxygenation in acutely poisoned pediatric patients in United States: a retrospective analysis of the extracorporeal life support registry from 2003 to 2019. *Crit Care Med* 2022;50(4):655–64. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005436> [in English].
339. Sorabella RA, Gray WH, Dabal RJ, et al. Central extracorporeal membrane oxygenation support following calcium channel blocker overdose in children. *ASAIO J* 2024;70(7):e92–6. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000002102> [in English].
340. Zideman DA, Singletary EM, Borra V, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: first aid. *Resuscitation* 2021;161:270–90. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.013>.
341. Kanda J, Nakahara S, Nakamura S, et al. Association between active cooling and lower mortality among patients with heat stroke and heat exhaustion. *PLoS One* 2021;16(11):e0259441. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259441>.
342. Adams WM, Hosokawa Y, Casa DJ. The timing of exertional heat stroke survival starts prior to collapse. *Curr Sports Med Rep* 2015;14(4):273–4. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000166>.
343. Rublee C, Dresser C, Giudice C, Lemery J, Sorensen C. Evidence- based heatstroke management in the emergency department. *West J Emerg Med* 2021;22(2):186–95. <https://doi.org/10.5811/westjem.2020.11.49007>.
344. Flouris AD, Nottley SR, Stearns RL, Casa DJ, Kenny GP. Recommended water immersion duration for the field treatment of exertional heat stroke when rectal temperature is unavailable. *Eur J Appl Physiol* 2024;124(2):479–90. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05290-5>.
345. Hosokawa Y, Nagata T, Hasegawa M. Inconsistency in the standard of care-toward evidence-based management of exertional heat stroke. *Front Physiol* 2019;10:108. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00108>.
346. Mea D. First aid cooling techniques for heat stroke and exertional hyperthermia: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;148:173.
347. Moore E, Fuller JT, Bellenger CR, et al. Effects of cold-water immersion compared with other recovery modalities on athletic performance following acute strenuous exercise in physically active participants: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sports Med* 2023;53(3):687–705. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01800-1>.
348. Wood F, Roiz-de-Sa D, Pynn H, Smith JE, Bishop J, Hemingway R. Outcomes of UK military personnel treated with ice cold water immersion for exertional heat stroke. *BMJ Mil Health* 2024;170(3):216–22. <https://doi.org/10.1136/military-2022-002133>.
349. Stone GL, Sanchez LD. Hypothermia following cold-water immersion treatment for exertional heat illness. *Res Sports Med* 2023;31(3):255–9. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1966007>.
350. Laitano O, Leon LR, Roberts WO, Sawka MN. Controversies in exertional heat stroke diagnosis, prevention, and treatment. *J Appl Physiol* (1985) 2019;127(5):1338–48. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00452.2019> [in English].
351. Pryor RR, Habaian K, Fitts T, Stooks JJ. Tarp-assisted cooling for exertional heat stroke treatment in wildland firefighting. *Wilderness Environ Med* 2023;34(4):490–7. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2023.08.002>.
352. Tucker L, Evans E. Heatstroke on the rise: a guide to implementing tarp-assisted cooling with oscillation (TACO) in the emergency department. *Adv Emerg Nurs J* 2023;45(3):210–6. <https://doi.org/10.1097/TME.0000000000000470>.
353. McDermott BP, Atkins WC. Whole-body cooling effectiveness of cold intravenous saline following exercise hyperthermia: a randomized trial. *Am J Emerg Med* 2023;72:188–92. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.07.053>.
354. Adams WM, Butke EE, Lee J, Zaplatosch ME. Cooling capacity of transpulmonary cooling and cold-water immersion after exercise-induced hyperthermia. *J Athl Train* 2021;56(4):383–8. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0146.20>.
355. Miller KC, Amaria NY. Excellent rectal temperature cooling rates in the polar life pod consistent with stationary tubs. *J Athl Train* 2023;58(3):244–51. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0732.21>.
356. Miller KC, Amaria NY, Casa DJ, et al. Exertional heatstroke survivors' knowledge and beliefs about exertional heatstroke diagnosis, treatment, and return to play. *J Athl Train* 2024;59(11):1063–9. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0677.23>.
357. DeGroot DW, O'Connor FG, Roberts WO. Exertional heat stroke: an evidence based approach to clinical assessment and management. *Exp Physiol* 2022;107(10):1172–83. <https://doi.org/10.1113/EP090488>.
358. Caldwell AR, Saillant MM, Pitsas D, Johnson A, Bradbury KE, Charkoudian N. The effectiveness of a standardized ice-sheet cooling method following exertional hyperthermia. *Mil Med* 2022;187(9–10):e1017–23. <https://doi.org/10.1093/milmed/usac047> [in English].
359. Zhang Y, Liu Y. Design and application of a cooling device based on the phase-change material for heat stroke. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue* 2022;34(2):191–3. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121430-20210330-00461>.
360. Wang J, Zhang Y. Experience of treating batches of exertional heat stroke patients in military training. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue* 2020;32(12):1522–5. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121430-20200303-00236>.
361. Klous L, van Diemen F, Ruijs S, et al. Efficiency of three cooling methods for hyperthermic military personnel linked to water availability. *Appl Ergon* 2022;102:103700. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103700>.
362. Naito T, Saito T, Ohhashi M, Hayashi S. Recovery with a fan-cooling jacket after exposure to high solar radiation during exercise in hot outdoor environments. *Front Sports Act Living* 2023;5:1106882. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1106882>.
363. Brew A, O'Beirne S, Johnson MJ, et al. Airflow rates and breathlessness recovery from submaximal exercise in healthy adults: prospective, randomised, cross-over study. *BMJ Support Palliat Care* 2024;14(4):442–8. <https://doi.org/10.1136/spcare-2023-004309>.
364. Hosokawa Y, Belval LN, Adams WM, Vandermark LW, Casa DJ. Chemically activated cooling vest's effect on cooling rate following exercise-induced hyperthermia: a randomized counter-balanced crossover study. *Medicina (Kaunas)* 2020;56(10). <https://doi.org/10.3390/medicina56100539>.
365. Fisher JD, Shah AP, Norozian F. Clinical spectrum of pediatric heat illness and heatstroke in a North American desert climate. *Pediatr Emerg Care* 2022;38(2):e891–3. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002438>.
366. Djakow J, Ng K, Raymond T, et al. Pharmacological interventions for the treatment of hyperkalaemia in paediatric patients with cardiac arrest – paediatric consensus on science and treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science and Treatment Recommendations. International Liaison Committee on Resuscitation*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
367. Jessen MK, Andersen LW, Djakow J, et al. Pharmacological interventions for the acute treatment of hyperkalaemia: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2025;208:110489. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2025.110489> [in English].

368. Piktel JS, Wan X, Kouk S, Laurita KR, Wilson LD. Beneficial effect of calcium treatment for hyperkalemia is not due to “membrane stabilization”. *Crit Care Med* 2024;52(10):1499–508. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006376> [in English].
369. Celebi Yamanoglu NG, Yamanoglu A. The effect of calcium gluconate in the treatment of hyperkalemia. *Turk J Emerg Med* 2022;22(2):75–82. <https://doi.org/10.4103/2452-2473.342812> [in English].
370. Wardi G, Holgren S, Gupta A, et al. A Review of Bicarbonate Use in Common Clinical Scenarios. *J Emerg Med* 2023;65(2):e71–80. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2023.04.012> [in English].
371. Piner A, Spangler R. Disorders of potassium. *Emerg Med Clin North Am* 2023;41(4):711–28. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2023.07.005> [in English].
372. Lloyd C, Mohar C, Priano J. Hypokalemic cardiac arrest: narrative review of case reports and current state of science. *J Emerg Nurs* 2022;48(3):310–6. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2021.12.008> [in English].
373. Bamgbola OF. Review of the pathophysiologic and clinical aspects of hypokalemia in children and young adults: an update. *Curr Treat Options Pediatr* 2022;8(3):96–114. <https://doi.org/10.1007/s40746-022-00240-3> [in English].
374. American Diabetes Association Professional Practice C. 6. Glycemic goals and hypoglycemia: standards of care in diabetes-2024. *Diabetes Care* 2024;47(Suppl 1):S111–25. <https://doi.org/10.2337/dc24-S006>.
375. Abraham MB, Karges B, Dovc K, et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2022: assessment and management of hypoglycemia in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes* 2022;23(8):1322–40. <https://doi.org/10.1111/pedi.13443>.
376. Goodhart AL. Dasiglucagon: a novel ready-to-use treatment for severe hypoglycemia. *Ann Pharmacother* 2023;57(3):300–5. <https://doi.org/10.1177/10600280221108425>.
377. Ng KC. Management of pulmonary hypertension with cardiac arrest in infants and children in the hospital setting: PLS ScR. *ILCOR*.
378. Morgan RW, Topjian AA, Wang Y, et al. Prevalence and outcomes of pediatric in-hospital cardiac arrest associated with pulmonary hypertension. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21(4):305–13. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002187>.
379. Raymond T, Guerguerian A, Acworth J, Scholefield B, Atkins L, Force obotILCoRPLST. IHCA due to suspected cardiac shunt/stent obstruction consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Pediatric Life Support Task Force*; 2024. Available from: <http://ilcor.org>.
380. Lott V, Abelairaz-Gomez C, Aird, R, et al. *European Resuscitation Council Guidelines 2025: special circumstances in resuscitation. 2025.*
381. Disma N, Veyckemans F, Virag K, et al. Morbidity and mortality after anaesthesia in early life: results of the European prospective multicentre observational study, neonate and children audit of anaesthesia practice in Europe (NECTARINE). *Br J Anaesth* 2021;126(6):1157–72. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.02.016>.
382. Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med* 2017;5(5):412–25. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(17\)30116-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(17)30116-9).
383. Christensen RE, Lee AC, Gowen MS, Rettiganti MR, Deshpande JK, Morray JP. Pediatric perioperative cardiac arrest, death in the off hours: a report from wake up safe, the pediatric quality improvement initiative. *Anesth Analg* 2018;127(2):472–7. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003398>.
384. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, et al. Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the pediatric perioperative cardiac arrest registry. *Anesth Analg* 2007;105(2):344–50. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000268712.00756.dd>.
385. Gonzalez LP, Pignaton W, Kusano PS, Modolo NS, Braz JR, Braz LG. Anesthesia-related mortality in pediatric patients: a systematic review. *Clinics (Sao Paulo)* 2012;67(4):381–7. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(04\)12](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(04)12).
386. Lee JH, Kim EK, Song IK, et al. Critical incidents, including cardiac arrest, associated with pediatric anesthesia at a tertiary teaching children’s hospital. *Paediatr Anaesth* 2016;26(4):409–17. <https://doi.org/10.1111/pan.12862>.
387. Harper NJN, Nolan JP, Soar J, Cook TM. Why chest compressions should start when systolic arterial blood pressure is below 50 mm Hg in the anaesthetised patient. *Br J Anaesth* 2020;124(3):234–8. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.11.005>.
388. Nolan J, Armstrong R, Kane A, Kursumovic E, Davies M, Moppett I. Advanced life support interventions during intra-operative cardiac arrest among adults as reported to the 7th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthesia* 2024;79:914–23.
389. Soar J. Epinephrine for cardiac arrest: knowns, unknowns and controversies. *Curr Opin Crit Car* 2020;26:590–5.
390. Hernandez-Tejedor A, Gonzalez Puebla V, Corral Torres E, Benito Sanchez A, Pinilla Lopez R, Galan Calategui MD. Ventilatory improvement with mechanical ventilator versus bag in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest: SYMEVECA study, phase 1. *Resuscitation* 2023;192:109965. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109965>.
391. Malinverni S, Wilmin S, de Longueville D, et al. A retrospective comparison of mechanical cardio-pulmonary ventilation and manual bag valve ventilation in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrests: a study from the Belgian cardiac arrest registry. *Resuscitation* 2024;199:110203. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110203>.
392. Orso D, Vetrugno L, Federici N, et al. Mechanical ventilation management during mechanical chest compressions. *Respir Care* 2021;66(2):334–46. <https://doi.org/10.4187/respcare.07775>.
393. Tangpaisarn T, Tosibphanom J, Sata R, Kotruchin P, Drumheller B, Phungoen P. The effects of mechanical versus bag-valve ventilation on gas exchange during cardiopulmonary resuscitation in emergency department patients: a randomized controlled trial (CPR-VENT). *Resuscitation* 2023;193:109966. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109966>.
394. Anez C, Becerra-Bolanos A, Vives-Lopez A, Rodriguez-Perez A. Cardiopulmonary resuscitation in the prone position in the operating room or in the intensive care unit: a systematic review. *Anesth Analg* 2021;132(2):285–92. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005289>.
395. Berg KC, Pawar J, Cellini R, et al. Cardiopulmonary resuscitation and defibrillation for cardiac arrest when patients are in the prone position consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Advanced Life Support and Basic Life Task Forces*; 2021.
396. Malik N, Claus PL, Illman JE, et al. Air embolism: diagnosis and management. *Future Cardiol* 2017;13(4):365–78. <https://doi.org/10.2217/fca-2017-0015>.
397. Marsh PL, Moore EE, Moore HB, et al. Iatrogenic air embolism: pathoanatomy, thromboinflammation, endotheliopathy, and therapies. *Front Immunol* 2023;14:1230049. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1230049>.

398. Rahman ZU, Murtaza G, Pourmorteza M, et al. Cardiac arrest as a consequence of air embolism: a case report and literature review. *Case Rep Med* 2016;2016:8236845. <https://doi.org/10.1155/2016/8236845>.
399. Hinkelbein J, Andres J, Bottiger BW, et al. Cardiac arrest in the perioperative period: a consensus guideline for identification, treatment, and prevention from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and the European Society for Trauma and Emergency Surgery. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2023;49(5):2031–46. <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02271-3>.
400. Farquharson B, Cortegiani A, Lauridsen KG, et al. Teaching team competencies within resuscitation training: a systematic review. *Resusc Plus* 2024;19:100687. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100687>.
401. Chan PS, Greif R, Anderson T, et al. Ten steps toward improving in-hospital cardiac arrest quality of care and outcomes. *Resuscitation* 2023;193:109996. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109996> [in English].
402. Aickin R, de Caen AR, Atkins DL, et al. Pediatric targeted temperature management post cardiac arrest. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Pediatric Life Support Task Force*; 2019. Available from: <https://ilcor.org>.
403. Berg K, Holmberg M, Nicholson T, et al. Oxygenation and ventilation targets in adults and children with return of spontaneous circulation after cardiac arrest. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2020. Available from: <https://ilcor.org>.
404. Nuthall G, Christoff A, Morrison L, Scholefield B, Force obotPLST. Blood pressure targets following return of circulation after cardiac arrest: consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Paediatric Life Support Task Force*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
405. Topjian AA, de Caen A, Wainwright MS, et al. Pediatric post-cardiac arrest care: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2019;140(6):e194–233. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000697> [in English].
406. Topjian AA, Scholefield BR, Pinto NP, et al. P-COSCA (Pediatric Core Outcome Set for Cardiac Arrest) in children: an advisory statement from the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 2021;162:351–64. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.01.023> [in English].
407. Fowler JC, Morgan RW, O'Halloran A, et al. The impact of pediatric post-cardiac arrest care on survival: a multicenter review from the AHA get with the Guidelines(R)-resuscitation post-cardiac arrest care registry. *Resuscitation* 2024;202:110301. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110301> [in English].
408. Douma MJ, Myhre C, Ali S, et al. What are the care needs of families experiencing sudden cardiac arrest? A survivor- and family-performed systematic review, qualitative meta-synthesis, and clinical practice recommendations. *J Emerg Nurs* 2023;49 (6):912–50. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2023.07.001> [in English].
409. Weihing VK, Crowe EH, Wang HE, Ugalde IT. Prehospital airway management in the pediatric patient: a systematic review. *Acad Emerg Med* 2022;29(6):765–71. <https://doi.org/10.1111/acem.14410> [in English].
410. Barreto JA, Weiss NS, Nielsen KR, Farris R, Roberts JS. Hyperoxia after pediatric cardiac arrest: association with survival and neurological outcomes. *Resuscitation* 2022;171:8–14. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.12.003> [in English].
411. Frazier AH, Topjian AA, Reeder RW, et al. Association of pediatric postcardiac arrest ventilation and oxygenation with survival outcomes. *Ann Am Thorac Soc* 2024;21(6):895–906. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202311-948OC> [in English].
412. Yang JT, Erickson SL, Killien EY, Mills B, Lele AV, Vavilala MS. Agreement between arterial carbon dioxide levels with end-tidal carbon dioxide levels and associated factors in children hospitalized with traumatic brain injury. *JAMA Netw Open* 2019;2(8)e199448. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.9448> [in English].
413. Mick NW, Williams RJ. Pediatric cardiac arrest resuscitation. *Emerg Med Clin North Am* 2020;38(4):819–39. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2020.06.007> [in English].
414. Liu R, Majumdar T, Gardner MM, et al. Association of postarrest hypotension burden with unfavorable neurologic outcome after pediatric cardiac arrest. *Crit Care Med* 2024;52(9):1402–13. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006339> [in English].
415. Wyckoff MH, Singletary EM, Soar J, et al. 2021 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; First Aid Task Forces; and the COVID-19 Working Group. *Resuscitation* 2021;169:229–311. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.10.040> [in English].
416. Morgan RW, Kirschen MP, Kilbaugh TJ, Sutton RM, Topjian AA. Pediatric in-hospital cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation in the United States: a review. *JAMA Pediatr* 2021;175 (3):293–302. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.5039> [in English].
417. Holmberg MJ, Nicholson T, Nolan JP, et al. Oxygenation and ventilation targets after cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;152:107–15. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.031> [in English].
418. Albrecht M, de Jonge RCJ, Del Castillo J, et al. Association of cumulative oxygen and carbon dioxide levels with neurologic outcome after pediatric cardiac arrest resuscitation: a multicenter cohort study. *Resusc Plus* 2024;20:100804. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100804>.
419. Gardner MM, Hehir DA, Reeder RW, et al. Identification of post-cardiac arrest blood pressure thresholds associated with outcomes in children: an ICU-Resuscitation study. *Crit Care* 2023;27(1):388. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04662-9> [in English].
420. Kirschen MP, Majumdar T, Beaulieu F, et al. Deviations from NIRS-derived optimal blood pressure are associated with worse outcomes after pediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2021;168:110–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.09.023> [in English].
421. Chun MK, Park JS, Han J, Jhang WK, Kim DH. The association between initial post-resuscitation diastolic blood pressure and survival after pediatric cardiac arrest: a retrospective study. *BMC Pediatr* 2024;24(1):563. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-05037-x> [in English].
422. Hickey RW, Kochanek PM, Ferimer H, Graham SH, Safar P. Hypothermia and hyperthermia in children after resuscitation from cardiac arrest. *Pediatrics* 2000;106(1 Pt 1):118–22. <https://doi.org/10.1542/peds.106.1.118> [in English].
423. Bembea MM, Nadkarni VM, Diener-West M, et al. Temperature patterns in the early postresuscitation period after pediatric in-hospital cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2010;11 (6):723–30. <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e3181dde659> [in English].
424. Magee A, Deschamps R, Delzoppo C, et al. Temperature management and health-related quality of life in children 3 years after cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2022;23(1):13–21. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002821> [in English].

425. Harhay MO, Blette BS, Granholm A, et al. A bayesian interpretation of a pediatric cardiac arrest trial (THAPCA-OH). *NEJM Evid* 2023;2 (1) EVIDoaa2200196. <https://doi.org/10.1056/EVIDoaa2200196>.
426. Smith AE, Friess SH. Neurological prognostication in children after cardiac arrest. *Pediatr Neurol* 2020;108:13–22. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2020.03.010>.
427. Topjian AA, Sanchez SM, Shults J, Berg RA, Dlugos DJ, Abend NS. Early electroencephalographic background features predict outcomes in children resuscitated from cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17(6):547–57. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000740>.
428. Scholefield BR, Tijssen J, Ganesan SL, et al. Prediction of good neurological outcome after return of circulation following paediatric cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2024;110483. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110483> [in English].
429. Scholefield J, Ganesan SL, Kool M, et al. Biomarkers for the prediction of survival with good neurological outcome after return of circulation following pediatric cardiac arrest consensus on science with treatment recommendations. *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Pediatric Life Support Task Force*; 2024. Available from: <http://ilcor.org>.
430. Abukmail E, Bakhit M, Del Mar C, Hoffmann T. Effect of different visual presentations on the comprehension of prognostic information: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak* 2021;21(1):249. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01612-9> [in English].
431. Hunfeld M, Dulfer K, Del Castillo J, Vazquez M, Buysse CMP. Long-term multidisciplinary follow-up programs in pediatric cardiac arrest survivors. *Resusc Plus* 2024;17:100563. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100563> [in English].
432. Tijssen JA, McClean M, Lam M, Le B, To T. Epidemiology of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in Ontario, Canada. *Resusc Plus* 2023;15:100442. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100442> [in English].
433. Mackintosh NJ, Davis RE, Easter A, et al. Interventions to increase patient and family involvement in escalation of care for acute life-threatening illness in community health and hospital settings. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;12 (12) CD012829. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012829.pub2> [in English].
434. Sutton RM, Niles D, French B, et al. First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children. *Resuscitation* 2014;85(1):70–4. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.08.014> [in English].
435. Hansen M, Walker-Stevenson G, Bahr N, et al. Comparison of resuscitation quality in simulated pediatric and adult out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA Netw Open* 2023;6(5) e2313969. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.13969> [in English].
436. O'Halloran A, Nishisaki A. Understanding challenges to high-quality pediatric out-of-hospital cardiac arrest resuscitation performance. *JAMA Netw Open* 2023;6(5) e2313931. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.13931> [in English].
437. Niles DE, Duval-Arnould J, Skellett S, et al. Characterization of pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation quality metrics across an international resuscitation collaborative. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19(5):421–32. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001520> [in English].
438. Patocka C, Lockey A, Lauridsen KG, Greif R. Impact of accredited advanced life support course participation on in-hospital cardiac arrest patient outcomes: a systematic review. *Resusc Plus* 2023;14:100389. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100389> [in English].
439. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2013;310(13):1377–84. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278483> [in English].
440. Brenner RA, Taneja GS, Haynie DL, et al. Association between swimming lessons and drowning in childhood: a case-control study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009;163(3):203–10. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2008.563>.
441. Denny SA, Quan L, Gilchrist J, et al. Prevention of drowning. *Pediatrics* 2019;143:5. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-0850>.
442. Yang L, Nong QQ, Li CL, Feng QM, Lo SK. Risk factors for childhood drowning in rural regions of a developing country: a case-control study. *Inj Prev* 2007;13(3):178–82. <https://doi.org/10.1136/ip.2006.013409>.
443. Petrass LA, Blitvich JD. Preventing adolescent drowning: understanding water safety knowledge, attitudes and swimming ability. *The effect of a short water safety intervention. Accid Anal Prev* 2014;70:188–94. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.04.006>.
444. Semeraro F, Greif R, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: systems saving lives. *Resuscitation* 2021;161:80–97. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.008> [in English].
445. Lauridsen KG, Lofgren B, Brogaard L, Paltved C, Hvidman L, Krogh K. Cardiopulmonary resuscitation training for healthcare professionals: a scoping review. *Simul Healthc* 2022;17(3):170–82. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000608> [in English].
446. Holmberg MJ, Wiberg S, Ross CE, et al. Trends in survival after pediatric in-hospital cardiac arrest in the United States. *Circulation* 2019;140(17):1398–408. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041667> [in English].
447. Kessler DO, Peterson DT, Bragg A, et al. Causes for pauses during simulated pediatric cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2017;18 (8):e311–7. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001218>.
448. Bro-Jeppesen J, Kjaergaard J, Wanscher M, et al. The inflammatory response after out-of-hospital cardiac arrest is not modified by targeted temperature management at 33 °C or 36 °C. *Resuscitation* 2014;85(11):1480–7. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.08.007>.
449. Yeung JH, Ong GJ, Davies RP, Gao F, Perkins GD. Factors affecting team leadership skills and their relationship with quality of cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2012;40(9):2617–21. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182591fda>.
450. Allan K, Yeung J, Flaim B, et al. Medical emergency systems/rapid response teams for adult in-hospital patients. *Consensus on science with treatment recommendations. International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*; 2024. Available from: <https://ilcor.org>.
451. Ong G, Acworth J, Ng KC, et al. Pediatric Early Warning Systems (PEWS) with or without rapid response teams: consensus on science with treatment recommendations.
452. Lauridsen KG, Burgstein E, Nabecker S, et al. Cardiopulmonary resuscitation coaching for resuscitation teams: a systematic review. *Resusc Plus* 2025;21:100868. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100868>.
453. Soar J, Bottiger BW, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: adult advanced life support. *Resuscitation* 2021;161:115–51. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.010> [in English].

454. Lauridsen KG, Krogh K, Muller SD, et al. Barriers and facilitators for in-hospital resuscitation: a prospective clinical study. *Resuscitation* 2021;164:70–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.05.007>.
455. Stiles MK, Wilde AAM, Abrams DJ, et al. 2020 APHRS/HRS expert consensus statement on the investigation of decedents with sudden unexplained death and patients with sudden cardiac arrest, and of their families. *Heart Rhythm* 2021;18(1):e1–e50. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.10.010> [in English].
456. Dalal A, Czosek RJ, Kovach J, et al. Clinical presentation of pediatric patients at risk for sudden cardiac arrest. *J Pediatr* 2016;177:191–6. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.06.088> [in English].
457. Waaler Loland V, Agesen FN, Lyng TH, et al. Low birth weight increases the risk of sudden cardiac death in the young: a nationwide study of 2.2 million people. *J Am Heart Assoc* 2021;10(7):e018314. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.018314> [in English].
458. Meyer L, Stubbs B, Fahrenbruch C, et al. Incidence, causes, and survival trends from cardiovascular-related sudden cardiac arrest in children and young adults 0 to 35 years of age: a 30-year review. *Circulation* 2012;126(11):1363–72. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.076810> [in English].
459. Glinge C, Rossetti S, Oestergaard LB, et al. Risk of sudden infant death syndrome among siblings of children who died of sudden infant death syndrome in Denmark. *JAMA Netw Open* 2023;6(1):e2252724. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.52724> [in English].
460. Pupaza A, Cinteza E, Vasile CM, Nicolescu A, Vatasescu R. Assessment of sudden cardiac death risk in pediatric primary electrical disorders: a comprehensive overview. *Diagnostics (Basel)* 2023;13(23). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13233551> [in English].
461. Graziano F, Schiavon M, Cipriani A, et al. Causes of sudden cardiac arrest and death and the diagnostic yield of sport preparticipation screening in children. *Br J Sports Med* 2024;58(5):255–60. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107357> [in English].
462. van der Sluijs R, van Rein EAJ, Wijnand JGJ, Leenen LPH, van Heijl M. Accuracy of pediatric trauma field triage: a systematic review. *JAMA Surg* 2018;153(7):671–6. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.1050> [in English].
463. van der Sluijs R, Lokerman RD, Waalwijk JF, et al. Accuracy of pre-hospital trauma triage and field triage decision rules in children (P2-T2 study): an observational study. *Lancet Child Adolesc Health* 2020;4(4):290–8. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30431-6](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30431-6) [in English].
464. Lupton JR, Davis-O'Reilly C, Jungbauer RM, et al. Under-triage and over-triage using the field triage guidelines for injured patients: a systematic review. *Prehosp Emerg Care* 2023;27(1):38–45. <https://doi.org/10.1080/10903127.2022.2043963> [in English].
465. Keebler JR, Lazzara EH, Patzer BS, et al. Meta-analyses of the effects of standardized handoff protocols on patient, provider, and organizational outcomes. *Hum Factors* 2016;58(8):1187–205. <https://doi.org/10.1177/0018720816672309> [in English].
466. Hannegard Hamrin T, Radell PJ, Flaring U, Berner J, Eksborg S. Short- and long-term outcome in critically ill children after acute interhospital transport to a PICU in Sweden. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21(7):e414–25. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002319> [in English].
467. Chong SL, Goh MSL, Ong GY, et al. Do paediatric early warning systems reduce mortality and critical deterioration events among children? A systematic review and meta-analysis. *Resusc Plus* 2022;11:100262. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100262>.
468. Allen D, Lloyd A, Edwards D, et al. Development, implementation and evaluation of an evidence-based paediatric early warning system improvement programme: the PUMA mixed methods study. *BMC Health Serv Res* 2022;22(1):9. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07314-2> [in English].
469. Zachariasse JM, Espina PR, Borensztajn DM, et al. Improving triage for children with comorbidity using the ED-PEWS: an observational study. *Arch Dis Child* 2022;107(3):229–33. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2021-322068> [in English].
470. Wessler JD, Stant J, Duru S, Rabbani L, Kirtane AJ. Updates to the ACCF/AHA and ESC STEMI and NSTEMI guidelines: putting guidelines into clinical practice. *Am J Cardiol* 2015;115(5 Suppl):23A–A28. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.01.004> [in English].
471. Cortes-Puch I, Applefeld WN, Wang J, Danner RL, Eichacker PQ, Natanson C. Individualized care is superior to standardized care for the majority of critically ill patients. *Crit Care Med* 2020;48(12):1845–7. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004373> [in English].
472. Hansen MV, Lofgren B, Naakarni VM, Lauridsen KG. Impact of different methods to activate the pediatric mode in automated external defibrillators by laypersons – a randomized controlled simulation study. *Resusc Plus* 2022;10:100223. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100223>.
473. Foster AG, Deakin CD. Accuracy of instructional diagrams for automated external defibrillator pad positioning. *Resuscitation* 2019;139:282–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.04.034> [in English].
474. Semeraro S, Olasveengen TM, Bignami EG, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: systems saving lives. 2025.
475. Andersen LW, Holmberg MJ, Granfeldt A, James LP, Cautley L. Cost-effectiveness of public automated external defibrillators. *Resuscitation* 2019;138:250–8. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.029> [in English].
476. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, implementation, and teams: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A188–239. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.014> [in English].
477. Yeung J, Djarv T, Hsieh MJ, et al. Spaced learning versus massed learning in resuscitation – a systematic review. *Resuscitation* 2020;156:61–71. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.08.132> [in English].
478. Niles D, Sutton RM, Donoghue A, et al. “Rolling refreshers”: a novel approach to maintain CPR psychomotor skill competence. *Resuscitation* 2009;80(8):909–12. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.04.021>.
479. Ko YC, Hsieh MJ, Schnaubelt S, Matsuyama T, Cheng A, Greif R. Disparities in layperson resuscitation education: a scoping review. *Am J Emerg Med* 2023;72:137–46. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.07.033> [in English].
480. Schnaubelt S, Veigl C, Snijders E, et al. Tailored basic life support training for specific layperson populations – a scoping review. *J Clin Med* 2024;13(14). <https://doi.org/10.3390/jcm13144032> [in English].
481. Lam F, Stegmuller A, Chou VB, Graham HR. Oxygen systems strengthening as an intervention to prevent childhood deaths due to pneumonia in low-resource settings: systematic review, meta-analysis and cost-effectiveness. *BMJ Glob Health* 2021;6(12). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-007468> [in English].

482. Tesfaye SH, Loha E, Johansson KA, Lindtjorn B. Cost-effectiveness of pulse oximetry and integrated management of childhood illness for diagnosing severe pneumonia. *PLOS Glob Public Health* 2022;2(7)e0000757. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000757> [in English].
483. Florez ID, Sierra J, Perez-Gaxiola G. Balanced crystalloid solutions versus 0.9% saline for treating acute diarrhoea and severe dehydration in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2023;5(5)CD013640. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013640.pub2> [in English].
484. Andersen LW, Raymond TT, Berg RA, et al. Association between tracheal intubation during pediatric in-hospital cardiac arrest and survival. *JAMA* 2016;316(17):1786–97. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.14486> [in English].
485. Umoren RA, Birnie K. Pediatric telemedicine consults to improve access to intensive care in rural environments. *Pediatr Clin North Am* 2025;72 (1):123–32. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2024.07.028> [in English].



Italian
Resuscitation
Council

Italian Resuscitation Council (IRC) è una società scientifica senza scopo di lucro, riconosciuta dal Ministero della Salute, che riunisce medici, infermieri e operatori esperti in rianimazione cardiopolmonare. Si occupa di ricerca e divulgazione scientifica, formazione e campagne di informazione, prevenzione e sensibilizzazione.

IRC è parte e rappresentante a livello nazionale di *European Resuscitation Council (ERC)*, società scientifica continentale che raccoglie organizzazioni ed esperti di rianimazione cardiopolmonare e

partecipa alla redazione, diffusione e implementazione delle linee guida europee sulla rianimazione cardiopolmonare e sul primo soccorso, rivolte agli operatori sanitari, alle istituzioni e ai comuni cittadini. Le linee guida vengono periodicamente aggiornate sulla base delle evidenze scientifiche relative ai dati epidemiologici e alle misure più efficaci di intervento in accordo con le raccomandazioni di *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*, consenso mondiale sul trattamento dell'arresto cardiaco, alla cui elaborazione partecipano molti membri di IRC.

Italian Resuscitation Council promuove il cambiamento culturale, l'impegno nel diffondere la conoscenza della RCP a livello nazionale, fondato su solide basi scientifiche. I contenuti e le metodologie delle attività di sensibilizzazione e formazione sono costantemente aggiornati e in linea con le più recenti evidenze scientifiche e le linee guida internazionali. Questo garantisce che le tecniche "salva-vita" diffuse siano non solo raccomandate dalla comunità scientifica internazionale, ma anche realmente efficaci. Dal 2024 IRC è capofila del Gruppo di Lavoro incaricato alla stesura di Linee Guida Nazionali dell'Istituto Superiore della Sanità - partendo dalle raccomandazioni internazionali è in corso il lavoro di adattamento delle indicazioni alle specifiche peculiarità organizzative, strutturali e tecnologiche del nostro sistema sanitario e del nostro contesto culturale.

IRC ha partecipato e sostiene attivamente il registro europeo degli arresti cardiaci *EuReCA (One, Two e Three)* e ha promosso il progetto Italian Research Net per la relativa raccolta dei dati a livello nazionale.

COLLABORAZIONE CON LE ISTITUZIONI

IRC ha collaborato a vario titolo col *Ministero della Salute* e con quello dell'Istruzione, partecipando a specifici tavoli di lavoro e ha contribuito attivamente, anche attraverso audizioni presso la *Commissione Affari Sociali della Camera*, ai lavori di preparazione per la *Legge 116/2021* che, grazie ad una serie di interventi basati sulle Linee Guida e sulle raccomandazioni delle organizzazioni scientifiche internazionali, costituisce una vera e propria legge di "sistema" apprezzata a livello europeo. Nel 2024 stipula l'accordo di collaborazione per iniziative congiunte di promozione della L. 116/2021 con ANPAS - Associazione Nazionale Pubbliche Assistenze, Confederazione Nazionale delle Misericordie d'Italia e Croce Rossa Italiana, avente l'obiettivo di facilitarne l'implementazione attraverso un impegno unitario sia di fronte alle Istituzioni nazionali e regionali sia tramite iniziative comuni, sostenendo le iniziative di sensibilizzazione e formazione nelle scuole, di cui agli artt. 5 e 8 della succitata legge.

Ha, inoltre, collaborato con l'*Istituto Superiore di Sanità* per l'elaborazione delle linee guida nazionali sul Trauma maggiore.

CAMPAGNE DI INFORMAZIONE, SENSIBILIZZAZIONE E PREVENZIONE

Settimana "VIVA!" e Giornata mondiale sulla rianimazione cardiopolmonare

Dal 2013 IRC promuove "VIVA! La settimana della rianimazione cardiopolmonare" una settimana di iniziative ed eventi aperti al pubblico organizzati in tutta Italia in cui i soci, volontari e partner della campagna mostrano ai partecipanti le semplici manovre salvavita e spiegano quanto sia essenziale il primo soccorso per salvare la vita a chi è colpito da arresto cardiaco. La Settimana VIVA! è organizzata ogni anno a ottobre e culmina nella Giornata Mondiale della rianimazione cardiopolmonare, promossa da *European Resuscitation Council (ERC)* e dalla *Organizzazione Mondiale della Sanità* ogni 16 ottobre.

"Kids Save Lives" – "Training School Children in Cardiopulmonary Resuscitation Worldwide"

Con ERC, IRC è stata ideatrice e sostenitrice della campagna mondiale "Kids Save Lives - KSL" promossa da *European Patient Safety Foundation (EuPSF)*, *European Resuscitation Council (ERC)*, *International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)*, *World Federation of Societies of Anesthesiologists (WFSA)* con il patrocinio dell'*Organizzazione Mondiale della Sanità*, (OMS). "Kids Save Lives" sostiene e promuove l'importanza dell'insegnamento della RCP ai ragazzi in età scolastica in tutto il mondo in ogni classe di ordine e grado.

A Scuola di primo soccorso

Dal 2025 IRC è partner del progetto "A scuola di primo soccorso" <https://ascuoladiprimosoccorso.org/>, promosso dalla Direzione Regionale INAIL Sardegna, Processo prevenzione e sicurezza, in collaborazione con l'Ufficio scolastico regionale per la Sardegna e l'Azienda regionale dell'emergenza urgenza della Sardegna (AREUS).

L'iniziativa, che include la formazione al BLS grazie al coinvolgimento della Rete formativa IRC regionale, mira a diffondere la cultura della sicurezza e della tutela della salute tra gli studenti del IV e V anno delle scuole secondarie di II grado della regione Sardegna, formando giovani cittadini responsabili e attivi, promuovendo la cultura della solidarietà e la partecipazione piena e consapevole alla vita civica della comunità.

Sport

Insieme a ERC, IRC partecipa a una serie di iniziative in collaborazione con UEFA per la sensibilizzazione sui campi di calcio di tutta Europa con l'obiettivo di allargare l'iniziativa anche ad altri sport di squadra. Collabora con *Sport e Salute SpA* e con la *Sezione Salvamento della Federazione Italiana Nuoto*.

APPLICAZIONI E VIDEOGIOCHI PER COINVOLGERE I GIOVANI

Per raggiungere studenti e giovani, ma non soltanto, IRC ha creato diversi strumenti digitali sotto forma di applicazioni scaricabili gratuitamente sui device iOS e Android, finalizzati soprattutto alla sensibilizzazione della popolazione generale, ma anche alla formazione nell'ambito scolastico:

"**Un Picnic mozzafiato**" in due versioni - 2D e 3D (VR) - una fiaba multimediale per apprendere cosa si dovrebbe fare in caso di arresto cardiaco e di ostruzione delle vie aeree;

"**School of CPR VR**" – un'applicazione interattiva in VR che "immerge" lo spettatore in uno scenario di soccorso della persona colpita da arresto cardiaco (adulto e pediatrico).

"**Codename: ResUs**" un videogioco (serious game) pensato per avvicinare i ragazzi, in modo coinvolgente, alle manovre corrette da eseguire in caso di arresto cardiaco o di ostruzione delle vie aeree da corpo estraneo. Il videogioco prevede prove di abilità da eseguire contro il tempo e ispirate al primo soccorso.



IRC

Via della Croce Coperta, 11 - 40128 Bologna
Tel.: 051.4187643 | Fax: 051.4189696
E-Mail: info@ircouncil.it

 ircouncil.it