

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina

Scuola di Medicina e Chirurgia

Corso di Laurea in Infermieristica

Sede di Feltre



**CONFRONTO TRA COMPRESSIONI TORACICHE MECCANICHE O
MANUALI NELLA RIANIMAZIONE CARDIO POLMONARE
RISPETTO AD ESITI DI SOPRAVVIVENZA E SICUREZZA.
REVISIONE DELLA LETTERATURA**

Relatore: Dott.ssa Colmanet Marzia.

Laureando: Mirabile Domenico

(matricola n: 2012548)

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

ABSTRACT	3
Capitolo 1 L'ARRESTO CARDIACO.....	4
1.1 Eziologia e fisiopatologia	4
1.2 Epidemiologia	5
Capitolo 2 SINDROME POST ARRESTO CARDIACO.....	6
2.1 Caratteristiche (post A.C)	6
2.2 Linee guida post arresto cardiaco.....	7
2.3 Cause particolari e reversibili dell' arresto cardiaco.....	8
2.4 Catena di sopravvivenza	9
2.5 BLS e Rianimazione cardio polmonare (RCP)	10
5 Problemi correlati alle RCP.....	11
6.1 I massaggiatori meccanici esterni.....	13
6.1.2 Vantaggi E Svantaggi Dei Dispositivi Meccanici	14
Capitolo 3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Obiettivo	15
3.2 Materiali e metodi	15
3.2.1 Disegno di ricerca.....	15
PAROLE CHIAVI e stringhe di ricerca.....	16
2.5 Criteri di inclusione ed esclusione degli articoli	17
CAPITOLO 4 DISCUSSIONE.....	17
4. 1 Quesito 1.....	18
4.1.1 Cinetica ed efficacia compressione.....	18
4.1.2 Sopravvivenza.....	22
4.1.3 ROSC.....	24

4.2 Quesito n° 2..... 26

CAPITOLO 5 CONCLUSIONI..... 32

4.2.1 Conclusioni.....32

BIBLIOGRAFIA

ALLEGATO 1

ALLEGATO 2

ALLEGATO 3

ABSTRACT

PROBLEMA

È ormai da molti anni che le statistiche evidenziano come le malattie di tipo cardiaco costituiscono la prima causa di morte nei paesi industrializzati; nello specifico l'arresto cardiaco improvviso è la terza causa di morte in Europa. Per le vittime in arresto cardiocircolatorio e/o respiratorio, di qualsiasi eziologia, le Linee guida dell' *European resuscitation Council 2021* al capitolo "Supporto vitale di base" ribadiscono la necessità di eseguire le manovre di **basic life support** (BLS) allo scopo di sostenere le funzionalità vitali nell'intervallo di tempo che precede al trattamento. L'interruzione delle compressioni toraciche durante la rianimazione cardiopolmonare (RCP) porta direttamente a esiti negativi. Le interruzioni delle compressioni toraciche possono verificarsi per una serie di motivi, tra cui l'affaticamento dell'operatore e il cambio di compressore, l'esecuzione di ventilazioni, il posizionamento di vie aeree invasive, l'applicazione di dispositivi per la RCP, la determinazione del polso e del ritmo, il posizionamento di accessi vascolari e il trasferimento del paziente in ambulanza. L'accresciuta importanza delle compressioni toraciche esterne e la necessità che vengano garantite secondo gli standard sopra citati ha stimolato la ricerca di alternative, in particolare nello sviluppo di dispositivi meccanici ovvero dispositivi di supporto alla circolazione non invasivi che funzionano manualmente, pneumaticamente o elettricamente e che, in conformità con le linee guida per la RCP, forniscono in modo continuo la compressione per ottenere un adeguato flusso di sangue al cuore e agli altri organi vitali durante un arresto cardiaco adulto non traumatico.

OBIETTIVO

L'obiettivo della seguente indagine si propone di verificare gli effetti dell'utilizzo dei dispositivi meccanici per le compressioni toraciche nell'arresto cardiaco extraospedaliero, ed intraospedaliero, valutandone gli esiti di un ROSC precoce rispetto alle compressioni manuali nel soggetto adulto al fine di verificarne sia dove si verifica un ROSC precoce, che il minor numero di lesioni secondarie post rianimazione cardio polmonare

METODOLOGIA

Si tratta di una revisione narrativa della letteratura. Sono stati strutturati due quesiti di ricerca: quesito n° 1: l'utilizzo di dispositivi di compressione automatiche durante la rianimazione

cardio polmonare, garantisce un ROSC precoce rispetto alle compressioni toraciche manuali? quesito n° 2: durante la rianimazione cardio polmonare, ho minor lesioni secondarie se utilizzo il device o se pratico le RCP manuali? La ricerca bibliografica è stata effettuata consultando il portale PubMed all'interno della banca dati Medline e reperiti utilizzando l'auto-proxy della Biblioteca Pinali dell'Università di Padova.

I termini sono stati collegati attraverso stringhe di ricerca con la funzione *advance*; la selezione è avvenuta dopo la lettura dell'abstract; alcuni articoli sono stati selezionati attraverso la funzione *similar articles*.

CONCLUSIONI

Dall'analisi effettuata presso la banca dati di PubMed 18 articoli hanno soddisfatto i criteri di inclusione e sono stati presi in considerazione per l'esecuzione della revisione. I device più studiati sono: Lucas II- III, LifeLine ARM, Autopulse mentre la popolazione/campione riguarda sia pazienti con IHCA che OHCA, ma alcuni studi sono stati effettuati anche su pazienti deceduti dopo un AC, e su manichini.

Le compressioni manuali e quelle effettuate tramite device, sono state messe a confronto rispetto ad esiti di sopravvivenza, e sicurezza. Con l'utilizzo dei device, in merito al ROSC e alla sopravvivenza non si sono visti dei miglioramenti rispetto alle compressioni meccaniche manuali. Il miglioramento si è visto nel caso in cui i dispositivi meccanici manuali vengono impiegati durante un trasporto in ambulanza o in elicottero. Miglioramenti in termini di ROSC, sopravvivenza ed esiti neurologici e inoltre si è visto anche un altro grande vantaggio; quello che utilizzando questo tipo di strategia, viene contrastata la fatica dell'operatore, offrendo anche un massaggio migliore in termini di profondità e frequenza.

L'impiego del device, in merito alle lesioni secondarie, porta una probabilità più alta che queste avvengano rispetto alle compressioni manuali.

Le lesioni maggiormente riscontrate sono: fratture sterno, fratture costali, pneumotorace, versamenti, lesioni ad organi interni.

Queste variano in base al tipo di device utilizzato e in base ad uno scorretto posizionamento del device stesso. Nonostante le lesioni possono sembrare più o meno gravi, nessuna di queste risultano essere fatali per il paziente.

CAPITOLO 1. L'ARRESTO CARDIACO

1.1 Eziologia e fisiopatologia

Secondo la definizione dell'American Heart Association e dell'American College of Cardiology, "l'arresto cardiaco improvviso" è l'improvvisa cessazione dell'attività cardiaca che rende la vittima non responsiva, senza respirazione normale e senza segni di circolazione. Se non si adottano rapidamente misure correttive, questa condizione progredisce fino alla morte improvvisa. L'arresto cardiaco deve essere usato per indicare un evento come quello descritto sopra, che viene invertito, di solito con la rianimazione cardiopolmonare e/o la defibrillazione o la cardioversione o la stimolazione cardiaca. La morte cardiaca improvvisa non deve essere utilizzata per descrivere eventi non fatali" (1)

I sintomi causati dall'arresto cardiaco sono improvvisi e includono collasso improvviso, assenza di battito del cuore, assenza di attività respiratoria, perdita di conoscenza.

Purtroppo, però l'arresto cardiaco si verifica spesso senza dare avvisaglie.

La causa più frequente di arresto cardiaco è l'aritmia ossia il battito anormale che si verifica quando il sistema elettrico del cuore non sta funzionando bene.

L'aritmia più frequente in caso di arresto cardiaco si verifica nei ventricoli, le camere inferiori del cuore. Gli impulsi elettrici rapidi e irregolari fanno sì che i ventricoli vibrino inutilmente invece di pompare sangue.

Da un punto di vista fisiopatologico, l'arresto cardiaco porta a morte cardiaca improvvisa (MCI). Il meccanismo che predomina la MCI è una forma di aritmia ventricolare. Questo fenomeno è responsabile dell'84% della MCI.

La disfunzione ventricolare sinistra severa con una $FE \leq 35$, è un indice predittivo importante di MCI oltre ad aritmie ventricolari come Tachicardia Ventricolare (TV) e Fibrillazione Ventricolare (FV). Tuttavia, l'attività elettrica senza polso (PEA) e la bradiaritmia, potrebbero portare a MCI e SCA.

Oltre a quanto sopra descritto, ci sono anche dei fattori scatenanti che possono indurre ad una MCI, come: fumo, diabete mellito, indice di massa corporea elevato, ipertensione, proteina C-reattiva, ipercolesterolemia, placca aterosclerotica instabile, stress psicologico, stato socioeconomico e attività fisica.

Da un punto di vista Eziologico, le malattie cardiologiche non rilevate rappresentano la maggior parte dei casi di MCI. Nei giovani è più probabile che avvenga nel caso in cui ci siano dei difetti cardiaci congeniti. (2)(3)

1.2 Epidemiologia

È ormai da molti anni che le statistiche evidenziano come le malattie di tipo cardiaco costituiscono la prima causa di morte nei paesi industrializzati; nello specifico l'arresto cardiaco improvviso è la terza causa di morte in Europa. (2)

Le malattie cardiovascolari sono responsabili di circa il 40% di tutti i decessi della popolazione sotto 75 anni, mentre che si verifichi un MCI, è più probabile che accada al sesso maschile rispetto al sesso femminile e in un'età compresa tra i 66 e i 68 anni.

Per quanto riguarda i giovani atleti, questa condizione è piuttosto rara ma nonostante questo, rimane sempre una notevole causa di morte.

L'arresto cardiaco improvviso causa più del 60% delle morti da coronaropatia nell'adulto.

Quando si verifica in un contesto Extra-ospedaliero viene definito con l'acronimo "OHCA".

In Europa l'incidenza annuale di OHCA è tra 67 – 170 casi ogni 100.000 abitanti, la rianimazione viene portata avanti dal personale sanitario di emergenza medica, nel 50-60% dei casi. Il tasso di rianimazione cardiopolmonare effettuata dalle persone presenti nel luogo varia in base ai paesi in cui ci troviamo, i valori sono compresi tra il 13% e l'83% con una media del 58%.

L'uso dei DAE (Defibrillatori automatici esterni) rimane basso in Europa, con valori compresi tra 3.8 e 59%

L'80% dei paesi europei, fornisce una RCP guidata dalla centrale operativa ed il 75% di questi ha un registro dei DAE. La percentuale di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera è in media dell'8%.

Quando un arresto cardiaco si verifica in un ambito Intra-ospedaliero viene definito "IHCA".

In Europa, l'incidenza annuale di IHCA è tra 1.5 e 2.8 ogni 1000 ricoveri in ospedale.

I fattori associati alla sopravvivenza del paziente, sono il ritmo iniziale, dove si verifica l'arresto, e il grado di monitoraggio al momento del collasso. La percentuale di sopravvivenza a 30 giorni o alla dimissione ospedaliera varia tra 15% e 34%. (4)

CAPITOLO 2. LA SINDROME POST ARRESTO CARDIACO

2.1 Caratteristiche (Post-AC)

La sindrome post arresto cardiaco è un processo fisiopatologico che comprende delle alterazioni, di tipo sistemiche, cardiache e neurologiche conseguenti al periodo più o meno prolungato di ischemia totale e alla successiva riperfusione ottenuta con la rianimazione cardiopolmonare messa in atto dai sanitari e successivo ripristino del circolo spontaneo detto: “ROSC”. (2)

Detto questo possiamo dedurre che oltre al danno di tipo ischemico, causato dall’AC in sé, al momento del ROSC si instaurano degli eventi dannosi attribuiti alla riperfusione sistematica ed alla riossigenazione.

Dopo un arresto cardiaco, circa il 70% dei pazienti muore prima della dimissione ospedaliera o per via di una condizione fisiopatologica detta “sindrome post-arresto cardiaco”.

Gli elementi principali della sindrome post-arresto cardiaco sono:

1. La disfunzione Cerebrale: questa è la conseguenza di un danno post-anossico che conduce ad alterazioni sull’autoregolazione della perfusione, edema e neurodegenerazione.
2. La disfunzione Miocardica: conseguente a sindromi coronariche acute e “stunning” miocardico post rianimazione.
3. Lo stato infiammatorio sistemico causato dalla successiva riperfusione e riossigenazione.

La gravità e la severità di una sindrome post-AC, non segue la stessa linea per tutti i tipi di pazienti, ma essa varia da paziente a paziente e dipende sia dalla durata dell’AC che dallo stato di salute del paziente prima che avvenisse l’arresto cardiaco.

Nelle prime ore e nei primi giorni post-AC, prevale la “disfunzione miocardica”, infatti, questa è la prima causa di morte precoce dopo una rianimazione.

Per quello che riguarda il danno cerebrale, incide di più sull’esito finale dei pazienti con post-AC, rappresentando una causa principale con esito infausto. (2 (4) (5)

2.2 Linee guida post arresto cardiaco

L'European Resuscitation Council (ERC) e la European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) (6) hanno collaborato per produrre delle linee guida sull'assistenza post-rianimazione per adulti.

Gli argomenti che vengono trattati sono basati sull'International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation Science with Treatment Recommendations del 2020, e includono:

- Sindrome post-arresto cardiaco
- Controllo dell'ossigenazione e della ventilazione.
- I target emodinamici.
- Riperfusione coronarica.
- Gestione della temperatura.
- Controllo dello stato epilettico
- La prognosi.
- La riabilitazione.
- L'esito a lungo termine.

Il trattamento post-rianimazione inizia immediatamente dopo un ROSC (Return of spontaneous circulation) sostenuto, indipendentemente dal luogo dove ci si trova. Nel caso in cui ci troviamo in ambito Extraospedaliero dobbiamo prendere in considerazione il trasporto verso un centro avanzato per il trattamento dell'arresto cardiaco.

Dopo un ROSC, è importantissima la gestione delle vie aeree. Vie aeree che devono essere protette e supportate alla ventilazione anche dopo che è stato ottenuto un ritorno della circolazione spontanea.

Per i pazienti che hanno avuto un arresto cardiaco breve, un immediato ripristino dello stato di coscienza e una respirazione del tutto autonoma, possono non richiedere l'intubazione orotracheale ma si dovrebbe somministrare O₂ attraverso una maschera facciale laddove la saturazione sarebbe inferiore di 94%. Hanno bisogno di un'intubazione tracheale, quei pazienti che dopo un ROSC, mantengono uno stato comatoso, o che presentano un'altra indicazione clinica tale da richiedere una sedazione per avviare una respirazione di tipo meccanica.

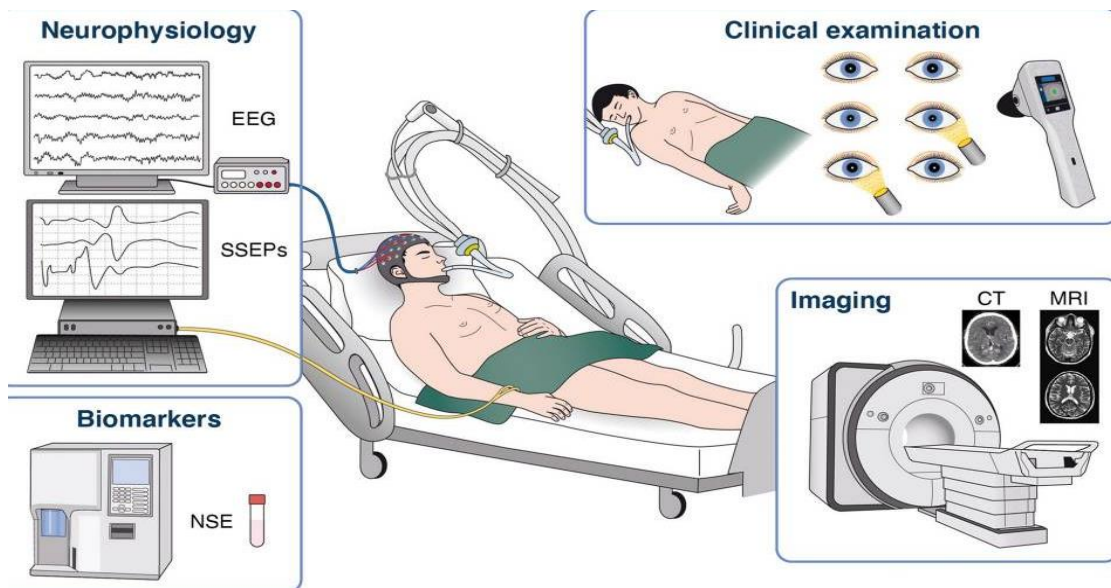
Dopo un ROSC, utilizzare ossigeno con una FiO₂ al 100% in modo tale che la SPO₂ può essere misurata in modo affidabile e ottenere un valore con un range che va da 94% - 98%.

degli eventi avversi in termini di lesioni secondarie che questi dispositivi possono causare.

Le linee guida 2021 dell'European Resuscitation Council e della Società Europea di Medicina Intensiva: assistenza post-rianimazione (7), affermano che l'assistenza immediata dopo un ROSC va eseguita immediatamente indipendentemente dalla sede in cui ci troviamo.

Successivamente il paziente richiede un trattamento intensivo, monitorando parametri come: l'emodinamica, controllo della temperatura, controllo delle convulsioni, vari esami ematochimici, strumentali e test neurofisiologici. (fig 1)

figura 1



Fondamentale infatti dopo un ROSC è evitare l'ipossiemia e l'iperossia; l'ipotensione (<65 mmHg); mantenere una MAP (Pressione Arteriosa Media) ottimale al fine di ottenere una produzione di urina adeguata e la normalizzazione o riduzione dei lattati; mantenere la pressione di perfusione attraverso la somministrazione di fluidi, o se fosse necessario attraverso ammine quali: noradrenalina e/o dobutamina in base alla necessità del paziente; non somministrare steroidi dopo un arresto se non sono necessari, evitare l'Ipokaliemia che può essere associata ad aritmie ventricolari.

Sul controllo della temperatura, è raccomandato un monitoraggio continuo della temperatura dopo un AC, soprattutto per quei pazienti che rimangono comatosi dopo il ROSC a seguito di OHCA o IHCA almeno per le prime 72 ore, e che questa non raggiunga una temperatura centrale > di 37,7C°.

2.3 Cause particolari e reversibili dell' arresto cardiaco

Durante ogni arresto cardiaco devono essere considerate le cause potenzialmente reversibili per le quali esiste un trattamento specifico che viene attuato durante il supporto vitale avanzato (ALS). Possiamo distinguere tre diverse categorie: (5)

- la prima categoria per migliorare la memorizzazione, a sua volta è stata divisa in due gruppi di quattro cause basandosi sulle iniziali delle lettere "I o T" (vedi. Tabella 1)

"I"	"T"
IPOVOLEMIA	TROMBOSI CORONARICA o TROMBOEMBOLIA-POLMONARE
IPOSSIA	PNX IPERTESO
IPO-IPERKALIEMIA	TAMPONAMENTO CARDIACO
IPO-IPERTERMIA	TOSSICI

Tabella 1 Quattro cause potenzialmente reversibili di arresto cardiaco

- la seconda categoria considera tutti quegli arresti in ambienti particolari, per i quali le linee guida universali devono essere modificate in ragione delle condizioni ambientali specifiche o di cause di arresto cardiaco specificamente correlate all'ambiente.
- la terza parte è focalizzata su pazienti in condizioni particolari o su pazienti per i quali alcune comorbidità croniche necessitano di una modifica nell'approccio e di differenti decisioni di trattamento.

Le Linee Guida riflettono l'aumento delle evidenze sull'utilizzo della RCP extracorporea come strategia di trattamento, per pazienti in arresto cardiaco selezionati.

2.4 Catena di sopravvivenza

Secondo le Linee Guida ERC (4), le azioni che collegano la vittima di arresto cardiaco improvviso con la sopravvivenza sono denominate "catena della sopravvivenza".



Nella sua formulazione originale la catena è composta da quattro anelli.

1. riconoscimento precoce dell'arresto cardio-circolatorio e allarme immediato.
2. BLS precoce.
3. defibrillazione precoce.
4. ALS precoce e trattamento POST- AC

L'aggettivo precoce sta ad enfatizzare l'importanza del fattore tempo nella sequenza degli interventi previsti nella catena della sopravvivenza.

Il primo anello di questa catena consiste nel dare importanza al riconoscimento chi è a rischio o in corso di AC, e successivamente allertare tempestivamente i soccorsi nella speranza che questi arrivino il prima possibile.

Gli anelli centrali identificano le manovre di RCP con la defibrillazione.

L'anello finale della catena della sopravvivenza, è volto a preservare, in particolare, la funzione del cervello e del cuore.

2.5 BLS e Rianimazione cardio polmonare (RCP)

Per le vittime in arresto cardiocircolatorio e/o respiratorio, di qualsiasi eziologia, le Linee guida dell' *European resuscitation Council 2021* al capitolo "Supporto vitale di base" ribadiscono la necessità di eseguire le manovre di **basic life support** (BLS), queste hanno l'obiettivo di sostenere le funzionalità vitali nell'intervallo di tempo che precede al trattamento.(8)

Questo tipo di trattamento, può essere eseguito da chiunque anche da soccorritori occasionali non specificamente addestrati e in assenza di particolari strumenti e farmaci.

La tempestività e la qualità del BLS condizionano sia la sopravvivenza immediata che gli esiti a distanza.

Affinché queste procedure fondamentali vengono eseguite in maniera corretta, è previsto un algoritmo BLS per laici (vedi grafico 1)

In questo algoritmo sono previste manovre di rianimazione cardio-polmonare, laddove un ciclo è caratterizzato da **30 compressioni toraciche e 2 insufflazioni**.

Le 2 insufflazioni non sono obbligatorie tranne che per il personale sanitario nell'esercizio delle proprie funzioni; ogni 5 cicli, è obbligatorio il cambio del soccorritore per mantenere una qualità del massaggio costante tra un ciclo e l'altro.

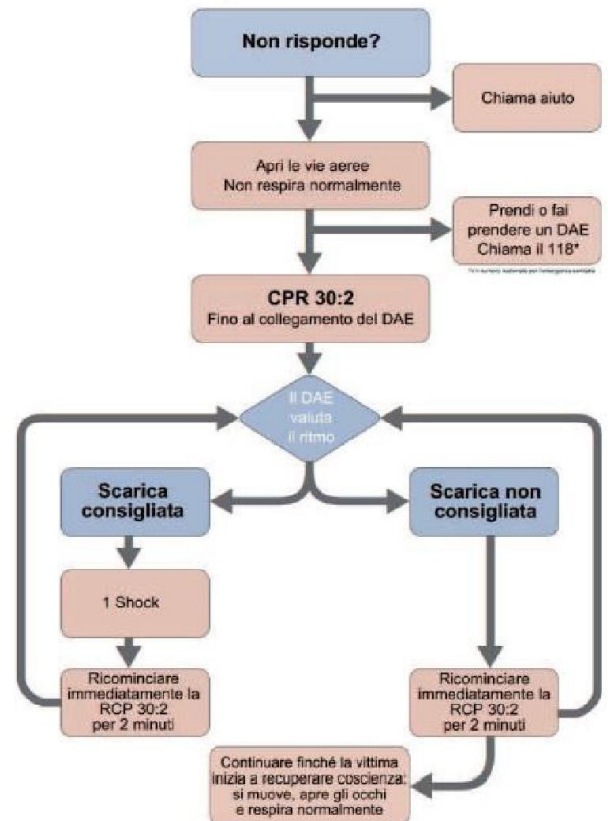
Pertanto, è preferibile eseguire una RCP con le sole compressioni toraciche piuttosto che non eseguirla affatto.

Queste devono essere interrotte solo nei seguenti casi: (2)

- Arriva un defibrillatore automatico e sono già stati applicati gli elettrodi sul torace.
- Arriva un soccorso qualificato che subentra nella conduzione della RCP.
- La vittima dà segni di ripresa, aprendo gli occhi, muovendosi e respira.
- Il soccorritore esaurisce le forze.

Grafico 1.

Il ROSC è solo il primo passo verso il completo recupero dall'AC. La fase post-rianimatoria inizia già sul luogo in cui è stato ottenuto il ROSC ma, una volta stabilizzato, il paziente dovrà essere trasferito in reparti intensivi. (2) (4)



1. Problemi correlati alle RCP.

È noto da molti anni che l'interruzione delle compressioni toraciche durante la rianimazione cardiopolmonare (RCP) da arresto cardiaco extraospedaliero (OHCA) porta direttamente a esiti negativi. Le interruzioni delle compressioni toraciche si verificano per una serie di motivi, tra cui l'affaticamento dell'operatore e il cambio di compressore, l'esecuzione di ventilazioni, il posizionamento di vie aeree invasive, l'applicazione di dispositivi per la RCP, la determinazione del polso e del ritmo, il posizionamento di accessi vascolari e il trasferimento del paziente in ambulanza. Nonostante le significative modifiche apportate alle linee guida di rianimazione nell'ultimo decennio, diversi studi hanno dimostrato che le compressioni toraciche sono ancora spesso interrotte o eseguite male durante le rianimazioni di OHCA. (9) Secondo le “Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care” (2020) pubblicato dall'American Heart Association AHA le interruzioni devono essere

minimizzate con la durata di massimo 5 secondi tra un operatore e l'altro, e se è possibile questo deve avvenire nei momenti tipici delle brevi pause come i controlli del ritmo, o quanto è indicata la defibrillazione, effettuare il cambio durante il periodo di carica e scarica.(10)

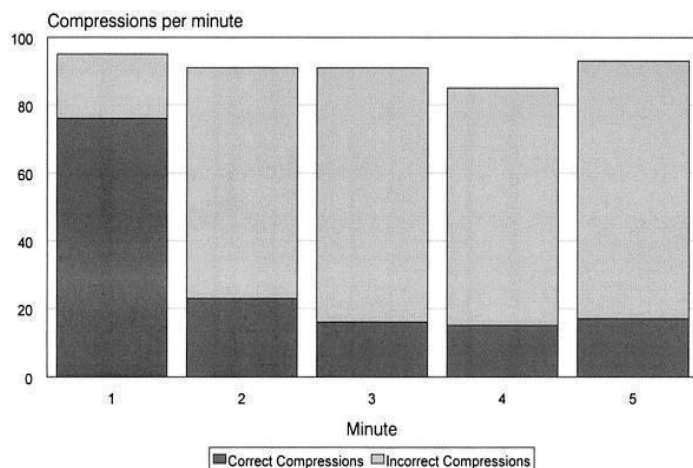
Le RCP devono essere eseguite con qualità ed i problemi correlati dipendono dalla natura complessa ed impegnativa della RCP manuale. Quando parliamo di RCP di qualità dobbiamo prendere in considerazione determinati fattori, come:

- Corretta profondità e frequenza.
- Affaticamento del soccorritore che si verifica già al primo minuto di RCP, e che non è avvertibile dal soccorritore stesso.

Già lo studio eseguito nel 1998 da Ochoa (11), svolto su un campione di 38 operatori sanitari e non di cui 15 medici, 15 infermieri, 8 residenti ha dimostrato che durante le RCP, nel primo minuto le compressioni manuali eseguite in maniera corretta (giusta profondità e giusta frequenza), sono rappresentate dal 79,7%, nel secondo minuto la percentuale scende drasticamente al 24,9%, senza alcuna percezione di fatica da parte del soccorritore, se non fino al 3° minuto (esattamente dopo 186 secondi dove il soccorritore inizia a percepire la fatica) dove solo il 18% delle manovre rianimatorie sono eseguite in maniera corretta. Successivamente il 17,7% nel 4° minuti e infine un 18,5% nell'ultimo minuto. (grafico 2)

Pertanto, si è visto anche come il decadimento della qualità del massaggio cardiaco nel tempo non dipende dal sesso del soccorritore.

Grafico 2



Altri studi simili sono stati eseguiti a conferma che è fondamentale una regolare rotazione dei soccorritori (Ashton A, McCluskey A et al 2002 (12); Heidenreich JW, Berg RA ,et al 2006 (13)

Tuttavia, la rotazione se da un parte ci permette di erogare un massaggio quasi sempre efficiente, dall'altra comporta un'interruzione delle RCP come va preso atto che interruzione delle RCP o compressioni toraciche svolta in maniera errata, possono generare NFT (assenza di tempo di flusso).

Questo introduce un'altra problematica, ovvero la diminuzione della perfusione coronarica (CPP) e di conseguenza si abbassa la probabilità di avere un ROSC.

6.1 I massaggiatori meccanici esterni

L'accresciuta importanza delle compressioni toraciche esterne e la necessità che vengano garantite secondo gli standard sopra citati ha stimolato la ricerca di alternative, in particolare nello sviluppo di dispositivi meccanici al fine di ottimizzare la compressione e di conseguenza la pressione di perfusione coronarica e cerebrale durante la RCP.

Gli MCCD sono dispositivi di supporto alla circolazione non invasivi che funzionano manualmente, pneumaticamente o elettricamente e che, in conformità con le linee guida per la RCP, forniscono un'efficace e ininterrotta ventilazione toracica esterna per ottenere un adeguato flusso di sangue al cuore e agli altri organi vitali durante un arresto cardiaco adulto non traumatico. Questi dispositivi sono inclusi nelle linee guida dell'American Heart Association (AHA) sotto la voce "dispositivi di supporto circolatorio" e dalla Food and Drug Administration (FDA) come "dispositivi esterni per il supporto circolatorio"(14) (15)

Sono quindi dei device che permettono l'effettuazione meccanica delle compressioni toraciche esterne, liberando in questo modo l'operatore dalla loro effettuazione e garantendo una performance di elevata qualità per tutta la durata della rianimazione.

Di fatto, il massaggiatore automatico, a differenza dell'uomo, durante una RCP, mantiene sempre lo stesso grado di compressione grazie alla sua conformazione e progettazione (a pistone) mantenendo costante la profondità delle compressioni e la quantità delle stesse. L'uomo invece consumando molte energie nello sforzo della compressione non potrebbe raggiungere mai standard nemmeno lontanamente paragonabili.

Questi dispositivi hanno iniziato a essere sviluppati all'inizio degli anni '60, quando la medicina rianimatoria era solo agli inizi. Cronologicamente parlando, la prima "macchina

elettro-pneumatica" è stata sviluppata da Harkins e Bramson nel 1961 succeduta dalla "pompa pneumatica portatile" sviluppata da Nachlas e Siedband nel 1962.

Questi primi dispositivi sviluppati e sperimentati erano molto complessi, troppo pesanti o inefficaci per l'uso nella rianimazione cardiopolmonare; quindi, sono stati ritenuti non funzionali e inaccettabili per l'ambiente clinico. Poi a partire dagli anni 2000, con l'evoluzione tecnologica hanno iniziato a essere sviluppati e hanno trovato un'area di utilizzo clinico, e la letteratura sugli effetti di questi dispositivi sugli esiti della RCP è in costante aumento.

La possibilità di far svolgere le compressioni toraciche ad un dispositivo meccanico offre inoltre considerevoli vantaggi in determinati campi come ad esempio in diagnostica nella TC (Tomografia computerizzata), in laboratorio di emodinamica dove i medici possono effettuare angiografie ed angioplastiche anche mentre il paziente è in arresto cardiaco e portare a termine interventi d'urgenza sulle arterie coronarie per ripristinare la perfusione

Se si deve utilizzare un dispositivo meccanico per la RCP, le compressioni manuali devono essere eseguite fino a quando il dispositivo non è pronto per essere fissato e avviato. Alcuni produttori consentono la defibrillazione durante le compressioni e, se possibile, questa pratica dovrebbe essere presa in considerazione. A parte queste situazioni, non dovrebbe mai esserci un momento in cui le mani non sono sul torace per eseguire compressioni di alta qualità, a meno che la rianimazione non sia stata interrotta (10)

Attualmente sono disponibili diverse tipologie di dispositivi per le compressioni toraciche, come:

- Animax mono e Animax Resuscitation (Alber Antriebstechnik, Albstadt)
- Thumper® e Life-Stat® (Michigan Instruments)
- Autopulse (Zoll Medical)
- LUCAS™ 1,2 3 “Lund University Cardiac Assist System”
- LifeLine ARM

In allegato 1 le caratteristiche tecniche specifiche per ogni dispositivo.

6.1.2 Vantaggi E Svantaggi Dei Dispositivi Meccanici

Tuttavia, di seguito sono riportati alcuni vantaggi e svantaggi emersi dall'analisi della letteratura:

VANTAGGI:

- Defibrillazione durante il massaggio cardiaco.
- Efficacia della RCP durante il trasporto in autoambulanza ed elicottero con riduzione della stanchezza dell'operatore.
- Efficacia delle compressioni maggiore nel tempo.
- Facile impiego.
- Possibilità di svolgere le compressioni toraciche in determinati campi come ad esempio: in diagnostica nella TC (Tomografia computerizzata) e in laboratorio di emodinamica, dove i medici possono effettuare angiografie ed angioplastiche

SVANTAGGI:

- Ingombro e peso eccessivo per personale esile.
- Tempo di applicazione leggermente superiore a quello indicato dalla casa produttrice
- Costi relativamente elevati
- Nessuna evidenza scientifica statisticamente significativa che ne consiglia l'uso
- Possibili dislocazioni del dispositivo
- Se non collegato ad una alimentazione continua ha un'autonomia limitata

CAPITOLO 3. METODOLOGIA

3.1 Obiettivo

L'obiettivo della seguente indagine si propone di verificare gli effetti dell'utilizzo dei dispositivi meccanici per le compressioni toraciche (LUCAS), nell'arresto cardiaco extraospedaliero, ed intraospedaliero, valutandone gli esiti di un ROSC precoce rispetto alle compressioni manuali nel soggetto adulto al fine di verificarne sia dove si verifica un ROSC precoce, che il minor numero di lesioni secondarie post rianimazione cardio polmonare.

3.2 Materiali e metodi

Si tratta di una revisione narrativa della letteratura .

3.2.1 Disegno di ricerca

Quesito n° 1: l'utilizzo di dispositivi di compressione automatiche durante la rianimazione cardio polmonare, garantisce un ROSC precoce rispetto alle compressioni toraciche manuali?

P	Soggetto adulto che presenta arresto cardiaco intra ed extraospedaliero
I	Utilizzo dei device di compressione meccanica
C	compressioni manuali
O	sopravvivenza e ROSC precoce

Quesito n° 2: durante la rianimazione cardio polmonare, ho minor lesioni secondarie se utilizzo il device o se pratico le RCP manuali?

P	Soggetto adulto che presenta arresto
I	Utilizzo dei device di compressione meccanica
C	compressioni manuali
O	Minori lesioni secondarie

PAROLE CHIAVI e stringhe di ricerca

La ricerca in letteratura è stata effettuata attraverso l'utilizzo delle seguenti parole chiavi ricavate dalla letteratura di background citata nel capitolo precedente:

Arresto cardiaco, RCP, ROSC, ERC, IRP, massaggio toracico manuale, sicurezza, cinetica, risultati, complicazioni, lesioni, LUCAS, LifeLine ARM, elicottero, Implementazione, post-rianimazione, qualità, interruzioni.

La ricerca bibliografica è stata effettuata consultando il portale PubMed all'interno della banca dati Medline e reperiti utilizzando l'auto-proxy della Biblioteca Pinali dell'Università di Padova.

I termini sono stati collegati attraverso stringhe di ricerca con la funzione *advance*; la selezione è avvenuta dopo la lettura dell'abstract; alcuni articoli sono stati selezionati attraverso la funzione *similar articles* (vedi tabella ..)

stringhe di ricerca: *Injuries AND Manual chest compression, Injuries AND mechanical chest, Safety AND chest compressions, Mechanical manual AND chest compressions AND cardiac arrest, Kinetics AND chest compressions, Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation AND outcomes AND Manual Cardiopulmonary, Lucas AND manual cardiopulmonary Cardiac arrest AND Lucas AND injuries, PR AND lifeline ARM mechanical chest, CPR AND lifeline ARM mechanical chest*

2.5 Criteri di inclusione ed esclusione degli articoli

Criteri di inclusione: Full text, articoli pubblicati da 10 anni, lingua inglese

Criteri di esclusione: Paziente pediatrico, bambino.

In allegato 2 seguono le tavole sinottiche.

CAPITOLO 4 DISCUSSIONE

Dall'analisi effettuata presso la banca dati di PubMed 18 articoli hanno soddisfatto i criteri di inclusione e sono stati presi in considerazione per l'esecuzione della revisione. Gli studi selezionati sono stati effettuati sia in paesi dell'unione Europea, ma anche in Asia, e negli Stati Uniti

Per quanto riguarda la tipologia di studi selezionati risultano:

TIPO DI STUDI	ARTICOLI
Studio Randomizzato	4
Sperimentazione Pragmatica Randomizzata	1
Studio Meta-Analisi	1
Studio Retrospectivo	3
Studio Prospettico	2
Studio Osservazionale	2
Ricerca Sistemica	3
Studio di coorte retrospettivo	2
TOTALE	18

I device più studiati sono: Lucas II- III, LifeLine ARM, Autopulse mentre la popolazione/campione riguarda sia pazienti con IHCA che OHCA, ma alcuni studi sono stati effettuati anche su pazienti deceduti dopo un AC, e anche su manichini.

device	numero articoli	popolazione
Lucas I-II-III	7	pazienti OHCA, IHCA, manichini, deceduti post arresto car
Lifeline Arm	2	Manichino
Autopulse	3	Pazienti IHCA
Thumper	1	Pazienti IHCA, OHCA, deceduti post arresto cardiaco

4. 1 Quesito 1: l'utilizzo di dispositivi di compressione automatiche durante la rianimazione cardio polmonare, garantisce un ROSC precoce rispetto alle compressioni toraciche manuali?

Degli studi selezionati che mettono a paragone le compressioni manuali da quelle meccaniche nella discussione si sono considerati i seguenti aspetti:

- a) cinetica ed efficacia compressione
- b) sopravvivenza
- c) ROSC

4.1.1 Cinetica ed efficacia compressione

La cinetica è definita come “parte della meccanica che studia fenomeni di moto, in relazione alla costituzione materiale dei corpi interessati al movimento, e grandezze (energia cinetica, momenti cinetici, ecc.) ad essi relative”.¹

Colombo R., e Fossali, T (16) hanno analizzato la “cinetica” delle compressioni toraciche manuali e meccaniche suddividendo ogni ciclo di compressione toracica nei suoi componenti: tempo di risalita, tempo dall'inizio della compressione toracica al massimo spostamento della parete ventricolare; Tempo di compressione, tempo dall'inizio della compressione toracica allo spostamento verso l'esterno della parete ventricolare; Tempo di rilassamento, tempo in cui la parete ventricolare ha completato lo spostamento verso l'esterno; Tempo di decompressione, tempo dall'inizio dello spostamento verso l'esterno della parete ventricolare fino alla compressione successiva (Fig.2)

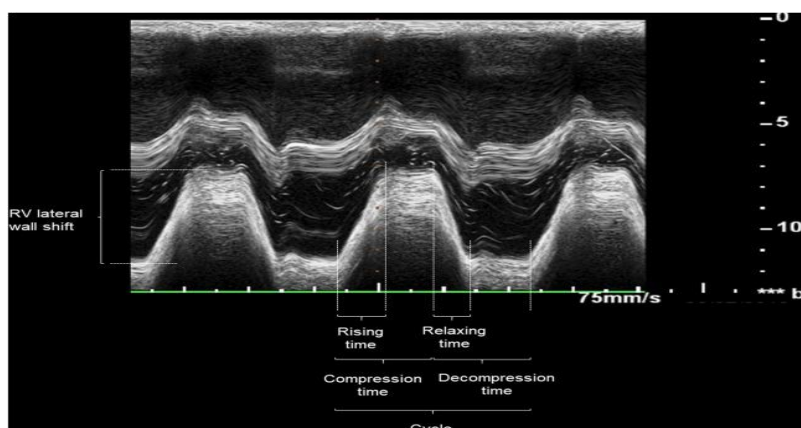


Fig 2: Campionamento ecocardiografico midesofageo in modalità M della parete del ventricolo destro. La freccia a lato sinistro indica lo spostamento laterale del ventricolo destro (RV).

¹ <https://www.treccani.it/vocabolario/cinetica/>

Per questo studio 9 pazienti hanno ricevuto compressioni manuali e 11 meccanica. La strategia utilizzata di tipo meccanica, è stata caratterizzata da un maggiore spostamento della parete laterale del ventricolo DX, e da un sollevamento inferiore.

Qui si è visto come la trasmissione delle forze dallo sforzo toracico al cuore può variare in base a quale strategia viene utilizzata, inoltre si è visto come i device di RCP meccanici, possono fornire una decompressione attiva, favorendo un ritorno venoso al cuore.

Questo studio ha rilevato che in uno scenario reale, su pazienti selezionati con arresto cardiaco extraospedaliero testimoniato e candidati alle ECPR, le compressioni toraciche meccaniche sono risultate superiori alle compressioni toraciche manuali in termini di velocità di compressione, grado di compressione cardiaca, aumento della compressione e rapidità di rilassamento.

In conclusione, la RCP meccanica rispetto alla manuale, ha prodotto una compressione e decompressione più rapida delle strutture cardiache a una velocità giusta. Il movimento è stato più ampio verso l'interno e verso l'esterno delle parete ventricolari, permettendo un maggior riempimento e svuotamento dei ventricoli.

Inoltre, le velocità più elevate riducono il ritorno venoso e il riempimento cardiaco a causa del breve tempo di decompressione per il contraccolpo toracico, per cui il flusso sanguigno in avanti diminuisce di conseguenza.

Uno studio progettato come follow-up (17) di un altro studio pilota randomizzato, crossover, su manichino condotto nel 2016 approvato dall' *Institutional Review Board dell'International Institute of Rescue Research and Education* ha coinvolto un campione di 68 paramedici professionalmente attivi, con meno di 5 anni di esperienza nei servizi medici di emergenza (EMS) o nei dipartimenti di emergenza, più di 20 RCP cliniche e nessuna esperienza precedente con dispositivi CC meccanici. I criteri di esclusione comprendevano malattie del polso o della schiena e gravidanza. Tutti i partecipanti sono stati informati verbalmente sull'intento del presente studio e hanno dato il loro consenso informato scritto a partecipare a questa sperimentazione.

Il dispositivo meccanico utilizzato per il confronto è Il Lifeline ARM costituito da una spalliera, un telaio e un modulo di compressione rimovibile. La spalliera viene posizionata sotto il paziente per fornire una base solida al dispositivo. La misura di outcome primaria definita per questo studio riguarda:

- la percentuale di CC efficaci, definite come CC eseguite con una profondità corretta di 50-60 mm, una velocità di compressione corretta di 100-120 al minuto,

- una posizione corretta della mano
- una decompressione completa

Mentre le misure di outcome secondarie hanno riguardato la profondità media, la frequenza delle CC, il punto di pressione, le CC a rilascio completo della pressione, la posizione scorretta della mano e le decompressioni incomplete. Sono stati registrati anche i parametri ventilatori come il volume corrente, la velocità di ventilazione, il volume minuto e il numero di gonfiaggio gastrici. Inoltre, è stato registrato il tempo assoluto di assenza delle mani, definito come la somma di tutti i periodi in cui non è stata posizionata alcuna mano sul torace meno il tempo utilizzato per la ventilazione (tempo di ventilazione). Durante la RCP, i partecipanti non hanno ricevuto alcuna informazione registrata dal sistema di monitoraggio del manichino e sono stati guidati solo dalla propria esperienza. Inoltre, è stata documentata l'età, sesso, peso corporeo, altezza e indice di massa corporea di tutti i partecipanti ai quali è stato chiesto successivamente di fornire un'autovalutazione delle loro prestazioni con e senza il dispositivo. Dai risultati è emerso che l'uso dell' ARM durante la rianimazione ha portato a una percentuale maggiore di compressioni efficaci (100 [IQR, 99-100]) rispetto alle compressioni manuali (43 [IQR, 39-46]; $P < .001$). Il numero di compressioni efficaci è diminuito nel tempo con l'ARM dello 0,05% al minuto e con i CC manuali dello 0,86% al minuto ($P < .001$).

Le compressioni con l'ARM hanno raggiunto significativamente più spesso la profondità richiesta di 5 cm rispetto al BLS manuale (97% vs 63%, $P < .001$). La qualità dei CC dei diversi scenari è presentata nella Tabella 1 .

CC parameters	Standard BLS	ARM	P value
Effective compressions (%)	43 (39-46)	100 (99-101)	<.001
Correct CC depth (%)	63 (55-73)	97 (95-99)	<.001
CC too deep (%)	16 (9-33)	2 (1-3)	<.001
CC too shallow (%)	21 (14-45)	1 (1-2)	<.001
Mean CC rate (min ⁻¹)	135 (124-140)	100 (99-101)	<.001
Mean CC depth (mm)	37 (30-39)	52 (51-54)	<.001
Correct pressure point (%)	91 (71-100)	100 (99-100)	.023
Correct pressure release (%)	85 (67-91)	100 (99-100)	<.001

Tabella 1 Parametri di cor toracica (periodo di osser minuti; mediana [IQR])

C'è stata inoltre una differenza significativa nella velocità di compressione mediana al basale tra i gruppi . La velocità mediana delle CC è stata di 100 min⁻¹ quando si è utilizzato il braccio

e di 135 min -1 quando la CC è stata eseguita manualmente. Le CC sono state significativamente più veloci nel BLS standard rispetto all'ARM ($P < .001$).

I CC con l'uso di ARM rispetto a quelli manuali sono stati eseguiti più correttamente per quanto riguarda la profondità (97% vs 63%; $P < .001$), il punto di pressione corretto (91% vs 100%; $P = .023$) e il rilascio corretto della pressione (100% vs 85%; $P < .001$).

I risultati con l'ARM sono stati significativamente migliori rispetto ai CC manuali ($P < .05$) per tutti i parametri analizzati relativi al tempo (tempo assoluto delle mani, tempo delle mani e tempo di ventilazione; Tabella 2). Il volume corrente mediano è risultato più elevato quando la RCP è stata eseguita con l'ARM.

Parametri legati al tempo	Standard BLS	ARM	Valore P
Tempo assoluto di sospensione delle mani (s) a	182 (174-199)	54 (50-59)	<.001
Tempo di disattivazione delle mani (s)	235 (221-277)	115 (112-117)	<.001
Tempo di ventilazione (s)	48 (43-58)	72 (70-74)	<.00

A: somma di tutti i periodi in cui non è stata posta la mano sul torace meno il tempo utilizzato per la ventilazione.

Gli autori sono giunti a conclusione che il dispositivo Lifeline ARM CC fornisce un maggior numero di CC efficaci rispetto a quelli manuali, un maggior tempo di ventilazione e volume minuto e un minor tempo di assenza delle mani e che il numero di CC efficaci è diminuito meno nel tempo sostenendo che CC meccanici sono più aderenti alle linee guida attuali rispetto ai CC manuali.

Gli studi sull'efficacia della compressione sono stati progettati anche in contesti di emergenza e su mezzi di soccorso come l'elicottero.

Putzer G, Braun P, Zimmermann A, et al.(2013) in uno studio di tipo prospettico randomizzato crossover, considerando come le compressioni toraciche di alta qualità sono di fondamentale importanza per la sopravvivenza e un buon risultato neurologico dopo l'arresto cardiaco, e partendo dal presupposto che gli operatori sanitari hanno difficoltà a eseguire compressioni toraciche efficaci (difficoltà ulteriormente accentuata durante il trasporto) hanno confrontato le RCP manuali da quelle meccaniche (utilizzando il LUCAS), su un manichino "Resusci Anne Modificato" in elicottero.(18)

In questo studio sono stati assegnati trenta minuti di addestramento sia al LUCAS che alla rianimazione cardiopolmonare manuale (RCP). Successivamente, ogni candidato ha eseguito lo stesso scenario due volte, una volta con LUCAS e una volta con la RCP manuale.

I risultati ci dicono che LUCAS rispetto alle compressioni toraciche manuali erano più frequentemente corrette (99% vs 59%, $P < .001$) e sono stati più spesso eseguiti correttamente per quanto riguarda la profondità, punto di pressione e rilascio della pressione. Il tempo di intervento è stato più breve nel LUCAS rispetto al gruppo manuale (46 vs 130 secondi).

4.1.2 Sopravvivenza

Per quanto riguarda la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera, diversi studi hanno mostrato benefici, altri non hanno mostrato differenze e altri ancora hanno mostrato danni associati alle compressioni meccaniche.

Nessuno studio ha riportato una differenza nella sopravvivenza al ricovero ospedaliero né di eventi avversi o nei modelli di lesioni tra i gruppi a confronto.

Una meta-analisi condotta da Bonnes (2016) costituita da studi controllati randomizzati e non randomizzati, ha confrontato le strategie con RCP meccaniche da quelle manuali in merito alla sopravvivenza al ricovero ospedaliero, alla dimissione e all'esito neurologico dopo un arresto cardiaco extraospedaliero.(19)

Nella meta-analisi sono stati inclusi 20 studi, di cui 5 con disegno randomizzato per un totale di 21.363 pazienti, di cui 9.391 sono stati assegnati al braccio meccanico e 11.972 al braccio manuale. I primi pazienti hanno ricevuto la RCP AutoPulse (ZOLL Medical Corporation, Chelmsford, MA) in 11 studi, mentre il dispositivo LUCAS (Physio-Control Inc./Jolife AB, Svezia) è stato utilizzato in 8 studi. In uno studio sono stati utilizzati entrambi i dispositivi. Non è stata riscontrata alcuna evidenza di bias di pubblicazione.

Per quanto riguarda l'endpoint primario ovvero la sopravvivenza al ricovero in ospedale nei 16 studi che hanno coinvolto 19.190 pazienti il 28% è sopravvissuto con l'utilizzo del device contro il 26% dell'RCP manuale. Nei 4 studi controllati randomizzati ($n=11.439$), non è stato riscontrato alcun beneficio nella sopravvivenza al ricovero ospedaliero per la RCP meccanica rispetto a quella manuale. Al contrario, i 12 studi non randomizzati ($n=7.751$) hanno dimostrato un beneficio in termini di sopravvivenza a favore della RCP meccanica.

Infine, negli studi non randomizzati non è stata riscontrata alcuna interazione tra le linee guida per la RCP approvate e il tipo di rianimazione cardiopolmonare (P per interazione =.27). Per

quando riguarda la sopravvivenza al ricovero, la stima aggregata degli studi randomizzati e controllati non ha indicato una differenza tra RCP manuale e meccanica.

A differenza degli studi non randomizzati dove ha dimostrato un beneficio a favore delle RCP meccanica. Mentre la sopravvivenza e l'esito neurologico non differivano in base al tipo di strategia utilizzata. Da questo tipo di studio, si può dedurre che utilizzare la strategia delle RCP meccaniche non ne migliora né la sopravvivenza né l'esito neurologico.

Anche la successiva revisione della letteratura condotta da Wang e Brooks ed il Cochrane Heart Group (2018) ha considerato come obiettivo la valutazione dell'efficacia delle strategie di rianimazione includendo studi randomizzati controllati (RCT), cluster-RCT e studi quasi randomizzati che confrontavano le compressioni toraciche meccaniche con le compressioni toraciche manuali durante la RCP per i pazienti con arresto cardiaco per quanto riguarda la sopravvivenza neurologicamente intatta dei pazienti. (20)

L'esito primario di questa revisione era la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera con una buona funzione neurologica, equivalente a una Categoria di Performance Cerebrale (CPC), misurata da una qualsiasi scala validata.

Gli studi hanno incluso 12.944 partecipanti adulti con OHCA o IHCA, escludendo arresti causati da trauma, annegamento, ipotermia e sostanze tossiche.

I risultati che ci riportano questi tipi di studi sono diversi; infatti, alcuni hanno riportato un buon esito alla sopravvivenza e alla dimissione ospedaliera con una buona funzione neurologica, altri l'esatto contrario, e altri non hanno riscontrato alcuna differenza tra le compressioni manuali e meccaniche, quindi "l'equivalenza" delle due strategie.

Secondo questo studio, le prove non suggeriscono che i protocolli di RCP che coinvolgono dispositivi di compressione toracica meccanica siano superiori a quelli manuali.

Concludono nel dire che sulla base delle prove che i dispositivi di compressione toracica meccanica, rappresentano un'alternativa ragionevole alle compressioni toraciche manuali in contesti in cui le compressioni toraciche manuali costanti e di alta qualità non sono possibili o sono pericolose per l'operatore. I sistemi che scelgono di incorporare dispositivi di compressione toracica meccanica dovrebbero essere attentamente monitorati perché alcuni dati identificati in questa revisione suggeriscono danni.

4.1.3 ROSC

In merito al **ROSC**, principale quesito di ricerca, sono stati selezionati diversi articoli che riportano diversi studi, come quello eseguito da Sheraton, Colombus et al (2021) dove si è cercato sistematicamente all'interno di database medici, studi controllati randomizzati pubblicati tra il 1 Gennaio del 2000 e il 1 Ottobre 2020 in cui sono state messe a confronto la compressione toracica meccanica da quella manuale dopo un OHCA, includendo solo pazienti con arresto cardiaco in età > a 18 anni che portassero un ROSC in contesti non traumatici.(21) Per le compressioni meccaniche sono stati selezionati due device (LUCAS e AutoPulse) rispetto alla compressione manuale per ottenere il ritorno della circolazione spontanea (ROSC) per 20 minuti o più dopo la rianimazione in un OHCA.

In un totale di 15 studi, comprendenti 8685 rianimazioni fatti con compressione meccanica, e 9789 rianimazioni eseguiti con compressione manuale, si è visto come l'uso dei dispositivi meccanici durante la RCP non porta a un miglioramento degli esiti del ROSC anche se migliora la qualità della RCP.

Tuttavia, è fortemente raccomandata la disponibilità di questi dispositivi come opzione per il personale contro l'affaticamento, e altre situazioni sul campo che precludono l'inizio anticipato della RCP manuale di alta qualità.

Il fatto che venga utilizzato un dispositivo meccanico rispetto alle compressioni manuali non migliora né l'esito clinico del pazienti con A.C in ambito extraospedaliero né il tasso di successo del ROSC, secondo questo tipo di studi. Non vale lo stesso discorso per altri studi come quello eseguito da Crowley, (22) dove è stato studiato l'impatto dei dispositivi di rianimazione cardiopolmonare meccanica rispetto a quella manuale, in pazienti che hanno subito un arresto cardiaco, al fine di capire quale modalità da un ripristino della circolazione spontanea con esiti neurologici favorevoli e in termini di sopravvivenza.

Su 104 pazienti, 59 sono stati trattati con rianimazione cardio polmonare meccanica e 45 manuale, il tasso di ritorno al **ROSC** è stato dell'83% nel gruppo della rianimazione cardio polmonare meccanica rispetto al 48,8% del gruppo manuale.

Il tasso di sopravvivenza alla dimissione è stato del 32,2 % nel gruppo meccanico, rispetto all'11,1 % in quelli del gruppo manuale, e dei pazienti sopravvissuti del gruppo meccanico, il 100% ha avuto un esito neurologico favorevole, rispetto al 40% del gruppo manuale.

Da questo studio si evince come la rianimazione cardiopolmonare meccanica rispetto alla manuale riporta dei risultati migliori in termini di ripristino della circolazione spontanea (**ROSC**), in termini di sopravvivenza, e di esiti neurologici.

Sono stati studiati nello specifico, i dispositivi di compressione toracica meccanica specifici come l'ARM Lifeline, il Lucas, o l'Autopulse, per capire come si comportavano sul paziente. Liu. M, Shuai. z (2019), hanno eseguito uno studio in 8501 soggetti divisi in due gruppi: gruppo LUCAS e gruppo manuale, valutandone quale portasse a un tasso di successo di ROSC.(23)

Secondo questo studio le compressioni toraciche manuali sono influenzate dall'affaticamento da parte dell'operatore, soprattutto dopo 2 o 3 minuti, e questo è un limite che porta un peggioramento della qualità della RCP.

Da questo studio hanno dimostrato che esiste una controversia sul fatto che il LUCAS possa apportare maggiori benefici ai pazienti con A.C, infatti in alcuni studi ne esalta il vantaggio nell'uso in merito al raggiungimento per il ROSC, in altri non dimostra alcuna differenza significativa in merito al raggiungimento del ROSC.

Infine, è emerso che nel gruppo LUCAS e nel gruppo Manuale, la differenza di successo di un **ROSC** non era statisticamente significativa (33,3% vs 33,0%), quindi dall'analisi di questa letteratura, possiamo dedurre come, in merito al ROSC, che l'utilizzo del LUCAS o delle RCP manuali comporti lo stesso risultato

Per quanto riguarda il LUCAS è stato oggetto di uno studio pragmatico, randomizzato in aperto, randomizzato in cluster, che includeva adulti con arresto cardiaco extraospedaliero non traumatico provenienti da quattro servizi di ambulanza del Regno Unito dove sono stati selezionati dei pazienti trattati con questo device, e altri che con le compressioni manuali. Anche qui si è visto come l'uso del dispositivo di compressione meccanica, fornisca delle compressioni toraciche eseguite nel modo corretto, sia per profondità, frequenza e pressione. Inoltre, il loro utilizzo è stato utile soprattutto all'interno di mezzi di soccorso come ambulanze o elicotteri, dove non è possibile garantire una corretta esecuzione di compressioni toraciche manuali, e si è visto come questi dispositivi sono utilizzati soprattutto durante i trasporti. Inoltre, in questo studio i pazienti che hanno riscontrato un ROSC qualsiasi o un ROSC sostenuto, è molto simile, 31% con 32%, come è simile anche la sopravvivenza che è stimata a 3 mesi.(24)

Un altro device molto utilizzato soprattutto durante il trasporto in elicottero è l'AutoPulse. Come possiamo vedere dallo studio fatto da Omori K, Sato S, Sumi Y, et al.(2013), è stata valutata l'efficacia di questo dispositivo durante il suo utilizzo in elisoccorso e che probabilità di ROSC può darci. (25)

In totale, in questo studio sono stati arruolati 92 pazienti. Di questi, 43 pazienti hanno ricevuto RCP manuale e 49 pazienti hanno ricevuto RCP AutoPulse™.

Il gruppo RCP manuale con il gruppo AutoPulse™ sono stati confrontati utilizzando l'analisi di regressione logistica ed esaminato l'efficacia di AutoPulse™ negli elicotteri in volo. I tassi di ripristino della circolazione spontanea (ROSC) e di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera sono aumentati nel gruppo AutoPulse rispetto al gruppo con RCP manuale (ROSC, 30,6% contro 7,0%). Con questo studio possiamo dimostrare che l'uso di AutoPulse™ negli elicotteri in volo è stato significativamente efficace per il ROSC nei pazienti con Arresto Cardiaco e ne raccomanda l'uso in queste circostanze

Si può vedere come l'utilizzo di questi device, sono di gran aiuto all'operatore in termini di rendimento e di facile applicazione. Però non dobbiamo escludere quelli che possono essere degli eventi avversi in termini di lesioni secondarie che questi dispositivi possono causare.

Quesito n° 2: durante la rianimazione cardio polmonare, ho minor lesioni secondarie se utilizzo il device o se pratico le RCP manuali?

In merito al quesito 2 diversi studi testimoniano come l'impiego di questi dispositivi possa portare a delle lesioni secondarie come può accadere per le compressioni manuali.

Nello specifico quando si parla di lesioni secondarie si fa riferimento a lesioni quali:

- a. fratture sternali
- b. fratture costali
- c. lesioni ad organi interni

Uno studio prospettico multicentrico condotto da Smekal, D., Lindgren et al (2014) ha analizzato le lesioni correlate alla rianimazione cardiopolmonare mediante compressioni toraciche manuali rispetto alle compressioni toraciche meccaniche con il dispositivo LUCAS nei non sopravvissuti dopo un arresto cardiaco extraospedaliero. Questo studio ha coinvolto 222 persone, 83 dei quali trattati con RCP manuali, mentre 139 con RCP meccanica. (26)

Nei pazienti sottoposti a rianimazione cardiopolmonare meccanica, la durata media delle compressioni toraciche manuali iniziali da parte del personale è stata di 3,4 minuti (SD 3,2 min) con un intervallo da 0 a 16 minuti prima dell'inizio della compressione toracica meccanica. La RCP da parte degli astanti è stata eseguita nel 61,4% dei pazienti sottoposti a RCP manuale e nel 55,4% dei pazienti sottoposti a RCP meccanica.

Non c'erano differenze di età, sesso o durata della RCP da parte del personale tra i due gruppi e non c'era correlazione tra questi due ultimi parametri e l'incidenza di fratture costali o sternali.

Nel gruppo di pazienti trattati con RCP manuale, il 75,9% ha riportato almeno una lesione, mentre il numero corrispondente tra quelli trattati con RCP meccanica è stato del 91,4% . La RCP manuale ha provocato fratture costali nel 64,6% dei casi e nel 57,3% erano presenti fratture costali multiple. La RCP meccanica ha provocato fratture costali nel 78,8% dei pazienti e nel 65,0%

È stato riscontrato che non c'erano differenze di lesioni in base al sesso, anche se c'era una tendenza a un numero maggiore di fratture costali nella popolazione femminile. Inoltre, tutti i paziente con segni di osteoporosi hanno subito fratture costali e non vi è stata alcuna relazione tra la durata della RCP e il numero di fratture.

Infine, nessuna lesione secondaria è stata considerata una causa di morte dal patologo.

La metanalisi condotta da Ondruschka, B., Baier, C., Bayer, R. et al. (2018) ha analizzato gli studi che documentano significative lesioni iatrogene potenzialmente letali causate dalla compressione toracica meccanica e manuale includendo un totale di 7202 pazienti arruolati in 15 studi.(27)

I risultati ottenuti riportano che le lesioni iatrogene significative potenzialmente letali avevano una probabilità maggiore di verificarsi quando veniva utilizzata la compressione toracica meccanica rispetto alla compressione toracica manuale, soprattutto per l'emotorace e le lacerazioni epatiche. La compressione toracica meccanica comporta profondità di compressione costantemente più profonde rispetto alla compressione toracica manuale, con il rischio potenziale di causare più lesioni. Nel gruppo sottoposto a compressione toracica meccanica, le fratture della parete toracica avevano il tasso di incidenza più elevato (55,7%), seguite da fratture sternali (28,3%), lesioni polmonari (3,7%), fegato (1,0%) e lacerazioni del diaframma (0,2%). i due device analizzati sono stati il LUCAS e l'Autopulse.

Gli autori sono giunti alla conclusione che la compressione toracica meccanica è stata associata a lesioni più iatrogene rispetto alla compressione toracica manuale e che i livelli di formazione degli operatori, i diversi tipi di dispositivi di compressione toracica meccanica, i dati demografici del paziente e la durata/profondità delle compressioni possono tutti svolgere un ruolo nell'influenzare i risultati.

Anche la metanalisi condotta da Gao Y, Sun T. (2021) ha cercato di riassumere le evidenze sulla sicurezza delle compressioni toraciche meccaniche e manuali per i pazienti in arresto cardiaco. utilizzando device come Lucas o Autopulse. (28)

I criteri di inclusione per gli studi considerati idonei per questa meta-analisi sono stati : pazienti adulti con arresto cardiaco; compressioni toraciche meccaniche (LUCAS o AutoPulse) e le compressioni toraciche manuali; studi di coorte o RCT; lesioni indotte dalle compressioni e le lesioni erano determinate dall'autopsia, dalla tomografia computerizzata post-mortem (PMCT) o da immagini dedicate. Sono stati selezionati 11 studi che hanno coinvolto 2.818 pazienti; , di questi 11 articoli 8 riguardavano il LUCAS e 3 l'Autopulse.

È stato riscontrato un tasso significativamente più elevato di lesioni complessive indotte da compressione per le compressioni meccaniche rispetto a quelle manuali (OR, 1,29; 95% CI, 1,19-1,41), mentre non vi era alcuna differenza significativa tra i due gruppi per quanto riguarda il tasso di lesioni pericolose per la vita. Inoltre, entrambe le modalità hanno condiviso incidenze simili di fratture sternali, fratture vertebrali, lesioni polmonari, alla milza e ai reni. Tuttavia, rispetto alle compressioni meccaniche, le compressioni manuali hanno dimostrato di presentare un rischio ridotto di fratture costali posteriori e di lesioni cardiache ed epatiche.

I risultati di questo studio, hanno riportato un dato significativo in merito alle compressioni toraciche di tipo meccaniche, in quando hanno presentato un tasso molto più elevato di lesioni secondarie riportate nei pazienti come: fratture sternali, fratture vertebrali, lesioni al polmoni, alla milza e ai reni rispetto alle compressioni manuali oltre che le compressioni manuali presentano un rischio ridotto di fratture costali posteriori e lesioni cardiache ed epatiche.

Si è visto come il gruppo dei pazienti trattati con Autopulse, hanno riscontrato fratture costali posteriori, emoperitoneo, emorragia retroperitoneale. Le frequenze di frattura della costola anteriore/laterale e dello sterno erano simili in entrambi i gruppi. Lo pneumotorace tendeva ad essere più frequente nel gruppo dei pazienti trattati con Autopulse, anche se non in modo significativo.

Inoltre, è interessante notare come queste lesioni, per quando gravi e frequenti possono essere, non hanno aumentato il rischio di lesioni mortali.

In base al tipo di device che viene utilizzato, questo può darci più probabilità di avere delle lesioni localizzate in diverse aree del corpo.

In merito a questo possiamo dire che le compressioni manuali potrebbero ridurre il rischio di lesioni causate dalla compressione rispetto che alle compressioni meccaniche

Una conclusione interessante di questo studio riguarda il fatto che l'impiego del dispositivo di compressione meccanico AutoPulse, è stato associato a frequenze più elevate di lesioni secondarie post- rianimazione.

Questo potrebbe essere dovuto alla diversa conformazione ed alle caratteristiche tecniche dei due device; si è voluto quindi ricercare ulteriore conferme di quanto rilevato.

Uno studio di coorte retrospettivo ha determinato gli effetti della rianimazione cardiopolmonare (RCP) con AutoPulse™ (LDB-CPR) sulle lesioni post-rianimazione identificate dalla tomografia computerizzata post-mortem (PMCT). Dei 323 selezionati eleggibili 241 sono stati sottoposti a LDB-CPR e 82 solo a CPR manuale (29)

Le lesioni post-rianimazione identificate dalla PMCT hanno evidenziato come rispetto alla frequenza delle fratture costali anteriori e laterali e il numero di costole fratturate non ci sono state differenze significative tra i due gruppi. Tuttavia, la frequenza di fratture costali posteriori è stata significativamente maggiore nel gruppo LDB-CPR rispetto al gruppo con sola RCP manuale ($P < 0,001$). Solo una donna anziana nel gruppo sottoposto esclusivamente alla RCP manuale ha avuto una frattura costale posteriore. Per quanto riguarda le fratture costali anteriori/laterali, le costole 3–6 erano frequentemente colpite in entrambi i gruppi, mentre le costole 1 e 10–12 erano raramente colpite. D'altra parte, le fratture costali posteriori sono state osservate più frequentemente nelle costole inferiori, soprattutto nel gruppo LDB-CPR

Il pneumotorace tendeva ad essere più frequente nel gruppo LDB-CPR rispetto al gruppo con sola RCP manuale, sebbene non in modo significativo. L'emoperitoneo e l'emorragia retroperitoneale erano significativamente più frequenti nel gruppo LDB-CPR ($P = 0,004$ e $P = 0,025$, rispettivamente). L'aria libera addominale era rara ed è stata osservata solo nel gruppo LDB-CPR. Nessuno di questi casi aveva una storia di trauma o perforazione gastrointestinale e per alcuni casi è stata segnalata un'altra causa di morte.

Rispetto all'utilizzo del LUCAS la letteratura consultata non giunge alle stesse conclusioni. Ad esempio, lo studio condotto da Saleem, S., Sonkin, R. et al (2022) è giunto alle conclusioni che l'uso di un dispositivo di compressione-decompressione meccanica in pazienti con arresto cardiaco preospedaliero non presenta un rischio elevato di lesioni traumatiche (30)

Questo studio ha coinvolto 107 pazienti arruolati, di cui 45 sono stati rianimati con compressione manuale mentre i restanti 62 mediante l'utilizzo del Lucas; la durata delle compressioni toraciche è stata di 46,0 minuti (manuale) contro i 48,5 minuti (Lucas) .

Il LUCAS è stato oggetto anche di uno studio randomizzato condotto nel 2023 sempre con l'obiettivo di descrivere/confrontare modelli di lesioni documentate dall'autopsia causate da

due dispositivi di compressione toracica meccanica a pistone: LUCAS® 2 standard (controllo) e LUCAS® 2 con decompressione attiva (AD, intervento) nei non sopravvissuti con arresto cardiaco extraospedaliero (CA). Lo studio ha reclutato 207 persone; di queste, 114 (55%, 64 di controllo e 50 di intervento) sono stati sottoposti ad autopsia medica (N = 73) o forense (N = 41).

Non sono state riscontrate differenze tra controllo e intervento nell'incidenza di fratture costali (67% vs 72%; valore $p = 0,58$) o fratture sternali (44% vs 48%; valore $p = 0,65$), rispettivamente. La complicanza non scheletrica più frequente era il sanguinamento (26% di tutti i pazienti) e la localizzazione più comune era quella intratoracica. 10 dei 114 pazienti avevano lesioni agli organi interni, dove i polmoni erano maggiormente colpiti.(31)

Un altro studio simile a questo è stato eseguito ed approvato dal comitato etico della Facoltà di Medicina dell'Università di Lipsia in Germania (32) su casi affetti da arresto cardiaco extraospedaliero o/e intraospedaliero, analizzando in totale 1.338 cadaveri.

Lo scopo di questo studio autoptico era di indagare le lesioni del tronco associate alla compressione toracica in pazienti con arresto cardiaco non traumatico intraospedaliero e intraospedaliero trattati con dispositivi automatizzati di compressione toracica esterna (ACCD; tutti con dispositivi LUCAS II) rispetto a esclusive compressioni toraciche manuali (mCC).

In questo studio retrospettivo monocentrico sono state incluse tutte le autopsie forensi tra il 2011 e il 2017 in cui la RCP per arresto cardiaco extraospedaliero e/o intraospedaliero è stata eseguita in 1.338 casi (30,2%) su un totale di 4.433 autopsie forensi. Di questi, la coorte di studio ($n = 614$) riflette il 45,9% di tutti i casi di RCP non riuscita

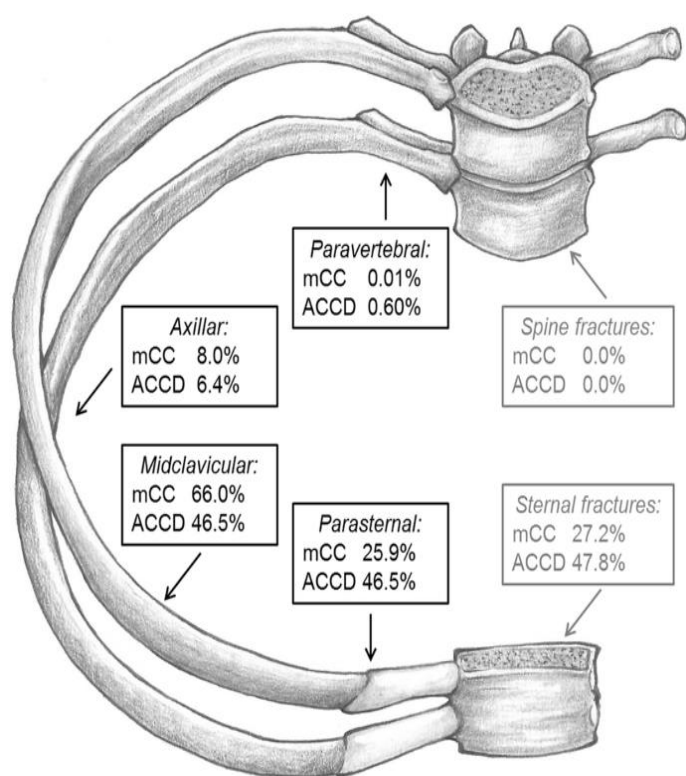
La presenza di qualsiasi tipo di lesione del tronco era correlata con intervalli di rianimazione più lunghi (30 ± 15 vs. 44 ± 25 min, $p < 0,05$). Rispetto al mCC, il trattamento con ACCD ha portato a enfisema cutaneo più frequente (5 vs 0%, $p = 0,012$), pneumotorace (6 vs. 1%, $p = 0,008$), lesioni polmonari (19 vs. 4%, $p = 0,008$), emopericardio (3 vs 1%, $p = 0,025$) e lesioni epatiche (10 vs. 1%, $p = 0,001$), il tutto indipendentemente da aspetti confondenti. L'età più elevata e la durata della RCP più lunga hanno influenzato statisticamente la frequenza delle fratture sternali e costali ($p < 0,001$). Il numero medio di costole fratturate non variava significativamente tra i gruppi (6 ± 3 vs. 7 ± 2 , $p = 0,09$). In questa coorte con RCP non riuscita, le lesioni correlate alla compressione toracica erano più frequenti dopo l'applicazione dell'ACCD rispetto al gruppo mCC, ma con odds ratio solo lievemente aumentati. La gravità delle lesioni non differiva tra i gruppi e nessuna lesione iatrogena è stata dichiarata fatale dal patologo forense. Nella routine clinica, dopo il ripristino riuscito della

circolazione spontanea, si raccomanda il più presto possibile una scansione tomografica computerizzata per individuare lesioni associate alla RCP. dove si sono verificati numerosi casi senza lesioni associate a RCP, ma si è verificato un numero significativamente più elevato di casi che hanno riscontrato lesioni cutanee successive alla compressione toracica con il dispositivo LUCAS II che è possibile prendere visione in allegato 3.

Le lesioni più frequenti riguardavano le costole dalla 3a alla 6a nella parte anteriore dell'apertura toracica, ma si sono verificati anche casi con altre costole fratturate (dalla 1a alla 12a)

Possiamo apprezzare la distribuzione di tutte le fratture costali registrate secondo la loro linea anatomica.

Queste sono suddivise in percentuale per i casi con: compressione toracica manuale (mCC) e dispositivo di compressione toracica automatizzata (ACCD).



Per quando riguarda le lesioni a danni di organi solidi erano minime, localizzate in superficie e la differenziazione della sede della lesione è rimasta insignificante tra entrambi i gruppi di trattamento. Non è stata registrata alcuna lesione rilevante alla milza o ad altri organi addominali.

Grandi lesioni vascolari sono state rilevate esclusivamente nella cavità toracica vicino al pericardio. In entrambi i gruppi sono state registrate lesioni dell'aorta toracica, solo sanguinamenti avventizi,

nessuna rottura, dell'arteria toracica interna provocando la rottura totale, all'arteria coronaria destra (lacerazione) e alla vena cava inferiore (stiramento).

Sebbene siano state rilevate numerose lesioni, da lievi a gravi, si può chiaramente affermare che nessuna lesione associata alla compressione toracica in entrambi i gruppi è stata determinata come causa di morte.

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI

L'European Resuscitation Council e le linee guida dell'American Heart Association per la rianimazione cardiopolmonare (RCP) sottolineano l'importanza di compressioni toraciche (CC) ininterrotte ed efficaci. La RCP manuale diminuisce nel tempo nella qualità dei CC a causa dell'affaticamento che influisce sui risultati.

I dispositivi di compressione toracica meccanica sono stati sviluppati al fine di superare i molti svantaggi delle compressioni manuali, quali profondità e frequenza inadeguate e, soprattutto, frequenti interruzioni prolungate.

Queste circostanze si verificano prevalentemente quando si parla di trasporti in ambulanza o in elisoccorso; in quanto offrono decisamente una qualità migliore del massaggio, sia da un punto di vista della frequenza, che di profondità e rilascio definendo i dispositivi di compressione toracica meccanica, un'alternativa ragionevole alle compressioni toraciche manuali in contesti in cui le compressioni toraciche manuali costanti e di alta qualità non sono possibili o sono pericolose per l'operatore.

Questo lavoro di tesi ha voluto indagare se l'utilizzo di device di compressione meccanica possano garantire migliori risultati

Dalla revisione effettuata, è emerso rispetto al quesito 1 come l'impiego dei dispositivi meccanici rispetto alle RCP manuali, statisticamente non portano a un miglioramento degli esiti di ROSC.

In merito alla sopravvivenza e all'esito neurologico dopo un ROSC, dagli studi selezionati possiamo notare diversi risultati: alcuni hanno riportato un buon esito alla sopravvivenza e alla dimissione ospedaliera con una buona funzione neurologica, altri l'esatto contrario, e altri ancora non hanno riscontrato alcuna differenza tra le compressioni manuali e meccaniche, quindi "l'equivalenza" delle due strategie.

Tuttavia, è raccomandato l'uso dei dispositivi meccanici per contrastare l'affaticamento del personale.

In merito al quesito 2, dagli studi analizzati e selezionati, si è visto come l'impiego dei dispositivi meccanici hanno presentato un tasso più elevato di lesioni secondarie rispetto alle compressioni manuali, però si è visto come queste lesioni, non aumentano il rischio di mortalità.

Tra i vari dispositivi che sono stati utilizzati, per ognuno di loro si possono osservare lesioni diverse. Nel Lucas, possiamo notare delle lesioni concentriche date dalle forme del pistone, piuttosto che con l'impiego dell'Autopulse, si è visto che i pazienti trattati, hanno riscontrato

fratture costali posteriori, emoperitoneo, emorragia retroperitoneale e lo pneumotorace che tendeva ad essere più frequente nei pazienti trattati con Autopulse.

Anche se non in modo significativo rispetto agli altri dispositivi, con l'impiego dell'Autopulse si possono notare lacerazioni diaframmatiche e maggiori fratture costali date dalla cinghia che avvolge il paziente.

Nel complessivo, le lesioni maggiormente riscontrate sono: fratture sternali, fratture vertebrali, lesioni ai polmoni, alla milza e ai reni, lesioni cutanee rotonde concentriche, fratture costali posteriori, emoperitoneo, emorragia retroperitoneale e pneumotorace.

le lesioni costali sono maggiormente più frequenti a sinistra che a destra, dato dalla posizione anatomica del cuore, la distribuzione di tutte le fratture costali erano più spesso lesionate rispetto alle linee laterali o posteriori.

I limiti riscontrati sulle lesioni, sono stati dovuti al fatto di avere avuto difficoltà nel capire le patologie delle persone sottoposte a rianimazione come: osteoporosi, vasculopatie, se facessero uso di anticoagulanti o è stata fatta una terapia di lisi di salvataggio consolidata, e si è visto che tutto questo non poteva essere preso in considerazione in modo approfondito poiché mancavano parametri di laboratorio tossicologici che potessero essere testati in modo affidabile post mortem.

gli studi inclusi mancavano di dati in grado di valutare gli indicatori di qualità nel processo di RCP come: l'anidride carbonica di fine espirazione, il grado di saturazione di ossigeno nel sangue, ecc.

Non si è tenuto conto delle differenze logistiche, come il luogo dell'arresto, la distanza dall'ospedale, il traffico affrontato dall'ambulanza fino al raggiungimento della vittima

BIBLIOGRAFIA

1. Patel, K., & Hipskind, J. E. (2022). Cardiac Arrest. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
2. Maurizio Chiaranda – Urgenze ed Emergenze (editore: Piccin, 2022)
3. Akshay Kumar, Dor Mordehay Avishay, CalvinRichard Jones, Juber Dastagir Shaikh, Roopvir Kaur, Michele Aljadah, Asim Kichloo, Nimisha Shiwalkar, Suresh Keshavamurthy. Morte cardiaca improvvisa: epidemiologia, patogenesi e gestione. *Rev. Cardiovasc. Med.* **2021** , 22(1), 147–158. <https://doi.org/10.31083/j.rcm.2021.01.207>
4. <https://cprguidelines.eu/assets/guidelines/European-Resuscitation-Council-Guidelines-2021-Ba.pdf>
5. American Heart Association – Supporto Vitale Cardiovascolare Avanzato
6. Pellis, Tommaso & Ristagno, Giuseppe & Semeraro, Federico & Grieco, Nicolò & Fabbri, Andrea & Balzanelli, Mario & Berruto, Elisa & Scapigliati, Andrea & Sciretti, Massimiliano & Cerchiari, Erga. (2015). [Implementation of post-resuscitation care in adult cardiac arrest patients - Experts' opinion]. *Giornale italiano di cardiologia* (2006). 16. 442-455. 10.1714/1954.21250
7. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, Cariou A, Cronberg T, Friberg H, Genbrugge C, Haywood K, Lilja G, Moulaert VRM, Nikolaou N, Olasveengen TM, Skrifvars MB, Taccone F, Soar J. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med.* 2021 Apr;47(4):369-421. doi: 10.1007/s00134-021-06368-4. Epub 2021 Mar 25. PMID: 33765189; PMCID: PMC7993077.
8. https://www.ircouncil.it/wp-content/uploads/2021/07/LG-ERC-2021_Capitolo-4_Supporto-vitale-di-base.pdf
9. Souchtchenko, S. S., Benner, J. P., Allen, J. L., & Brady, W. J. (2013). A review of chest compression interruptions during out-of-hospital cardiac arrest and strategies for the future. *The Journal of emergency medicine*, 45(3), 458–466
10. [Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care](#) Raina M. Merchant, MD, MSHP, Alexis A. Topjian, MD, MSCE, Ashish R. Panchal, MD, PhD, Adam Cheng, MD *et al*, On behalf of the Adult Basic and Advanced Life Support, Pediatric Basic and

Advanced Life Support, Neonatal Life Support, Resuscitation Education Science, and Systems of Care Writing Groups

11. Ochoa, F. J., Ramalle-Gómara, E., Lisa, V., & Saralegui, I. (1998). The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation*, 37(3), 149–152. [https://doi.org/10.1016/s0300-9572\(98\)00057-4](https://doi.org/10.1016/s0300-9572(98)00057-4)
12. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt CL, Keenan AM. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation*. 2002;55(2):151-155. doi:10.1016/s0300-9572(02)00168-5
13. Heidenreich JW, Berg RA, Higdon TA, Ewy GA, Kern KB, Sanders AB. Rescuer fatigue: standard versus continuous chest-compression cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med*. 2006;13(10):1020-1026. doi:10.1197/j.aem.2006.06.049
14. Aygun, M., Yaman, H. E., Genc, A., Karadagli, F., & Eren, N. B. (2016). Mechanical chest compression devices: historical evolution, classification and current practices, a short review. *Eurasian Journal of Emergency Medicine*, 15(2)
15. Cave, D. M., Gazmuri, R. J., Otto, C. W., Nadkarni, V. M., Cheng, A., Brooks, S. C., Daya, M., Sutton, R. M., Branson, R., & Hazinski, M. F. (2010). Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 122(18 Suppl 3), S720–S728. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970970>
16. Colombo, R., Fossali, T., Ottolina, D., Borghi, B., Bergomi, P., Ballone, E., Rech, R., Castelli, A., & Catena, E. (2019). Kinetics of manual and automated mechanical chest compressions. *Resuscitation*, 145, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.10.009>
17. Szarpak, L., Truszczyński, Z., Czyżewski, L., Frass, M., & Robak, O. (2017). CPR using the lifeline ARM mechanical chest compression device: a randomized, crossover, manikin trial. *The American journal of emergency medicine*, 35(1), 96–100. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.10.012>
18. Putzer G, Braun P, Zimmermann A, et al. LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue—a prospective, randomized, crossover manikin study. *Am J Emerg Med*. 2013;31(2):384-389. doi:10.1016/j.ajem.2012.07.018
19. Bonnes, J. L., Brouwer, M. A., Navarese, E. P., Verhaert, D. V., Verheugt, F. W., Smeets, J. L., & de Boer, M. J. (2016). Manual Cardiopulmonary Resuscitation Versus CPR

- Including a Mechanical Chest Compression Device in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comprehensive Meta-analysis From Randomized and Observational Studies. *Annals of emergency medicine*, 67(3), 349–360.e3
20. Wang, P. L., & Brooks, S. C. (2018). Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *The Cochrane database of systematic reviews*, 8(8), CD007260. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007260.pub4>
 21. Sheraton, M., Columbus, J., Surani, S., Chopra, R., & Kashyap, R. (2021). Effectiveness of Mechanical Chest Compression Devices over Manual Cardiopulmonary Resuscitation: A Systematic Review with Meta-analysis and Trial Sequential Analysis. *The western journal of emergency medicine*, 22(4), 810–819. <https://doi.org/10.5811/westjem.2021.3.50932>.
 22. Crowley CP, Wan ES, Saliccioli JD, Kim E. The Use of Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation May Be Associated With Improved Outcomes Over Manual Cardiopulmonary Resuscitation During Inhospital Cardiac Arrests. *Crit Care Explor*. 2020 Nov 16;2(11):e0261. doi: 10.1097/CCE.0000000000000261. PMID: 33225303; PMCID: PMC7671880
 23. Liu, M., Shuai, Z., Ai, J., Tang, K., Liu, H., Zheng, J., Gou, J., & Lv, Z. (2019). Mechanical chest compression with LUCAS device does not improve clinical outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 98(44), e17550. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017550>
 24. Perkins, G. D., Lall, R., Quinn, T., Deakin, C. D., Cooke, M. W., Horton, J., Lamb, S. E., Slowther, A. M., Woollard, M., Carson, A., Smyth, M., Whitfield, R., Williams, A., Pocock, H., Black, J. J., Wright, J., Han, K., Gates, S., & PARAMEDIC trial collaborators (2015). Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet (London, England)*, 385(9972), 947–955. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61886-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61886-9)
 25. Omori K, Sato S, Sumi Y, et al. The analysis of efficacy for AutoPulse™ system in flying helicopter. *Resuscitation*. 2013;84(8):1045-1050. doi:10.1016/j.resuscitation.2013.01.014
 26. Smekal, D., Lindgren, E., Sandler, H., Johansson, J., & Rubertsson, S. (2014). CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS™ device: a multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation. *Resuscitation*, 85(12), 1708–1712. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.09.017>
 27. Ondruschka, B., Baier, C., Bayer, R. *et al*. Chest compression-associated injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions versus automated chest compression

- devices (LUCAS II) – a forensic autopsy-based comparison. *Forensic Sci Med Pathol* 14, 515–525 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0024-5>
28. Gao, Y., Sun, T., Yuan, D., Liang, H., Wan, Y., Yuan, B., Zhu, C., Li, Y., & Yu, Y. (2021). Safety of mechanical and manual chest compressions in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 169, 124–135
29. Koga, Y., Fujita, M., Yagi, T., Nakahara, T., Miyauchi, T., Kaneda, K., Kawamura, Y., Oda, Y., & Tsuruta, R. (2015). Effects of mechanical chest compression device with a load-distributing band on post-resuscitation injuries identified by post-mortem computed tomography. *Resuscitation*, 96, 226–231. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.08.013>
30. Saleem, S., Sonkin, R., Sagy, I., Strugo, R., Jaffe, E., Drescher, M., & Shiber, S. (2022). Traumatic Injuries Following Mechanical versus Manual Chest Compression. *Open access*
31. Petrovich, P., Berve, P. O., Barth-Heyerdahl Roald, B., Wahl Kongsgård, H., Stray-Pedersen, A., Kramer-Johansen, J., & Wik, L. (2023). Injuries associated with mechanical chest compressions and active decompressions after out-of-hospital cardiac arrest: A subgroup analysis of non-survivors from a randomized study. *Resuscitation plus*, 13, 100362. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100362>
32. Ondruschka, B., Baier, C., Bayer, R., Hammer, N., Dreßler, J., & Bernhard, M. (2018). Chest compression-associated injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions versus automated chest compression devices (LUCAS II) - a forensic autopsy-based comparison. *Forensic science, medicine, and pathology*, 14(4), 515–525. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0024-5>.

ALLEGATO 1

DISPOSITIVI DI COMPRESSIONE MECCANICHE.

ANIMAX MONO

Peso:	8.0 Kg
Categoria di paziente:	Adulti (circa 45-120kg) (con l'eccezione di persone estremamente piccole o grandi)
Necessità di fonti di energia:	Nessuna
Durata:	Esaurimento fisico dell'operatore
Profondità delle compressioni:	50-60 mm
Frequenza delle compressioni:	Operatore dipendente
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	5 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	1
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



ANIMAX RESUSCITATION

Peso:	9.8 Kg
Categoria di paziente:	Adulti (circa 45-120kg) (con l'eccezione di persone estremamente piccole o grandi)
Necessità di fonti di energia:	Nessuna
Durata:	Esaurimento fisico dell'operatore
Profondità delle compressioni:	50-60 mm
Frequenza delle compressioni:	Operatore dipendente
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	20 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	1
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



THUMPER

Peso:	-
Categoria di paziente:	Adulti, nessun limite di peso
Necessità di fonti di energia:	O2
Durata:	Esaurimento della sorgente di O2
Profondità delle compressioni:	Regolabile da 0-80 mm
Frequenza delle compressioni:	100±6 al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	5 secondi
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	SI
Possibilità modalità in continuo:	Si



LIFE-STAT

Peso:	8,85 Kg
Categoria di paziente:	Adulti, nessun limite di peso
Necessità di fonti di energia:	O2 (consumo di 45 lt per minuto)
Durata:	Esaurimento della sorgente di O2
Profondità delle compressioni:	Regolabile da 0-80 mm
Frequenza delle compressioni:	100±6 al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	5 secondi
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	SI
Possibilità modalità in continuo:	Si



AUTOPULSE

Peso:	9.3 Kg
Categoria di paziente:	Adulti (peso non superiore a 136 kg, circonferenza toracica compresa tra 76 e 130 cm e ampiezza toracica compresa tra 25 e 38 cm.)
Necessità di fonti di energia:	Batteria
Durata:	Esaurimento della sorgente (30 minuti)
Profondità delle compressioni:	Pari ad una riduzione del 20% della profondità toracica in senso antero-posteriore
Frequenza delle compressioni:	80±5 al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	30 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



Lucas 1

Peso:	6.3Kg
Categoria di paziente:	Adulti (altezza dello sterno compresa tra 175-265 mm)
Necessità di fonti di energia:	Aria compressa o O2 (Consumo massimo 52 lt per minuto)
Durata:	Esaurimento della sorgente di O2
Profondità delle compressioni:	Da 40 a 50 mm
Frequenza delle compressioni:	100±10 al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	30 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



Lucas 2

Peso:	7.8 Kg
Categoria di paziente:	Adulti (altezza sterno da 170 a 303 mm, larghezza toracica massima di 449 mm, nessun limite di peso)
Necessità di fonti di energia:	Batteria
Durata:	Esaurimento della sorgente (45 minuti)
Profondità delle compressioni:	53±2 mm
Frequenza delle compressioni:	102±2 al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	< 20 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



Lucas 3

Peso:	
Categoria di paziente:	Adulti con altezza dello sterno superiore o inferiore a 185 mm
Necessità di fonti di energia:	Batteria 3300 mAh (tipica), 86 Wh
Durata:	45 minuti (tipica), tempo di funzionamento prolungato con cavo per auto o alimentazione di corrente esterna (opzionale)
Profondità delle compressioni:	Da 40 a 53 mm
Frequenza delle compressioni:	102 ± 2 compressioni al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	<20 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



LifeLine ARM

Peso:	7.1 Kg
Categoria di paziente:	Adulti
Necessità di fonti di energia:	Batteria
Durata:	Esaurimento della sorgente (2 ore)
Profondità delle compressioni:	5,3 cm \pm 0,3 cm (2,1 pollici \pm 0,1 pollici) dalla posizione iniziale (paziente nominale)
Frequenza delle compressioni:	101 \pm 1 compressioni al minuto
Tempo stimato per il passaggio da RCP manuale ad automatica:	< 20 sec
Persone consigliate per l'applicazione:	2
Insufflazione automatica:	No
Possibilità modalità in continuo:	Si



Come possiamo vedere di LUCAS, ad oggi ne esistono di 3 tipi ed esso assiste i soccorritori effettuando compressioni del torace efficaci, costanti e continue, come raccomandato nelle linee guida dell'AHA. (19)

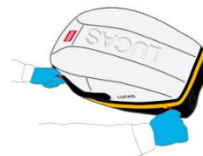
Tra i vari dispositivi meccanici, il LUCAS 3, è quello che ho visto utilizzare durante il mio percorso di tirocinio presso il PS di Feltre, e mi piacerebbe descriverne le modalità d'uso oltre a spiegare che l'impiego di questo dispositivo serve ad effettuare compressioni cardiache esterne su pazienti adulti colpiti da arresto cardio circolatorio improvviso.

- MODALITA' DI UTILIZZO DEL LUCAS 3

Quando è stato confermato un arresto cardiaco, iniziare immediatamente la rianimazione cardiopolmonare manuale.

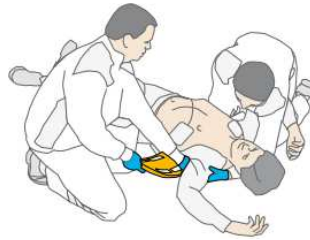


Mentre un operatore prosegue con le compressioni manuali, l'altro apre la borsa e preme il pulsante di accensione del dispositivo.



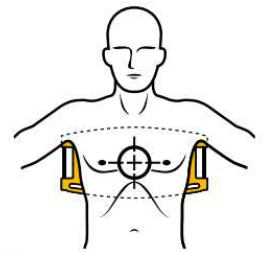
Ridurre al minimo l'interruzione della RCP pianificando e coordinando il posizionamento della piastra di appoggio.

Assicurarsi di sostenere la testa del paziente, sospendere brevemente la RCP manuale mentre si posiziona la piastra di appoggio LUCAS sotto il paziente, immediatamente sotto le ascelle.

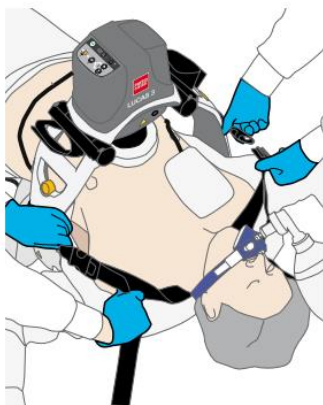


Interrompere le RCP manuale durante il collegamento dell'altra asta di supporto alla piastra di appoggio, in modo che le due aste di siano collegate correttamente. Verificarne il corretto ancoraggio e assicurare la corretta posizione della ventosa dove il punto di compressione deve coincidere con quello della RCP manuale e seguire le linee guida. Regolare il tutto, impostando il dispositivo in modalità regolazione.

La cinghia di stabilizzazione LUCAS aiuta a garantire la corretta posizione durante il funzionamento. Utilizzarla mentre il dispositivo LUCAS è attivo per ridurre al minimo le interruzioni.



○ Bordo esterno della ventosa
 ┆ ┆ Piattaforma di compressione



Quando occorre spostare il paziente, le braccia possono essere assicurate con le cinghie per il paziente sul dispositivo LUCAS. Questo rende più semplice spostare il paziente.



CONTROINDICAZIONI SUL POSIZIONAMENTO DEL LUCAS

Secondo il manuale di utilizzo del LUCAS 3, viene espressamente “non consigliato” l’utilizzo del dispositivo nei casi come:

- In caso di difficoltà del posizionamento del dispositivo sul torace del paziente.
- Nel caso in cui il paziente sia troppo esile di corporatura.
- Nel caso in cui il paziente abbia una corporatura copiosa, e non si riesce ad agganciare la parte superiore del LUCAS 3 alla piastra.

ALLEGATO 2

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>CPR using the lifeline ARM mechanical chest compression device: a randomized, crossover, manikin trial</p> <p>Autori: Łukasz Szarpak, Zenon Truszewski, Łukasz Czyzewski, Michael Frass, Oliver Robak.</p> <p>DOI: 10.1016/j.ajem.2016.10.012</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è stato quello di confrontare la frazione di CC efficace tra RCP manuale e RCP automatizzata utilizzando l'ARM.</p>	<p>studio randomizzato, crossover, sui manichini da parte di 78 paramedici.</p>	<p>Manichini</p>	<p>L'uso dell'ARM durante la rianimazione ha prodotto una percentuale più elevata di CC efficaci (100/min [intervallo interquartile, 99-100]) rispetto ai CC manuali (43/min [intervallo interquartile, 39-46]; $P<0,001$). Il numero di CC efficaci diminuiva meno nel tempo con l'ARM ($P<0,001$), più spesso raggiungeva la profondità richiesta di 5 cm (97% vs 63%, $P<0,001$), e più spesso raggiungeva il tasso di CC raccomandato ($P<0,001$). Il volume corrente medio era più alto e il tempo di intervento era inferiore quando si utilizzava l'ARM.</p>
<p>Chest compression-associated injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions versus automated chest compression devices (LUCAS II) - a forensic autopsy-based comparison</p> <p>Autori: Benjamin Ondruschka, Christina Baier, Ronny Bayer, Niels Hammer, Jan Dreßler, Michael Bernhard</p> <p>DOI: 10.1007/s12024-018-0024-5</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di mettere a confronto le manovre di rianimazione cardiopolmonare praticate con il device Lucas 2 con quelle manuali e vedere il tipo di lesione che si possono verificare.</p>	<p>È stato elaborato un disegno retrospettivo, comprendente un'autopsia collettiva con priorità sulle considerazioni forensi.</p>	<p>Pazienti deceduti per arresto cardiaco e trattati con Lucas 2 o manovre manuali.</p>	<p>In entrambi i gruppi di trattamento è stata riscontrata un'ampia gamma di lesioni associate alla RCP, costituite da diverse lesioni cutanee, organiche e ossee.</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>The analysis of efficacy for AutoPulse™ system in flying helicopter</p> <p>Autori: Kazuhiko Omori, Shunsuke Sato, Yuka Sumi, Yoshiaki Inoue, Ken Okamoto, Masahiko Uzura, Hiroshi Tanaka</p> <p>DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.01.014</p>	<p>Il servizio medico di emergenza in elicottero (HEMS) è stato introdotto in Giappone nel 2001 e alcuni pazienti con arresto cardiopolmonare (CPA) vengono trasportati utilizzando questo servizio. Tuttavia, è difficile mantenere una rianimazione cardiopolmonare manuale (RCP) continua ed efficace negli elicotteri in volo. Per superare questo problema, è stato inventato il sistema AutoPulse™, dispositivi meccanici automatizzati per la RCP. Abbiamo condotto uno studio retrospettivo per chiarire l'efficacia di AutoPulse™ su pazienti CPA in volo con elicotteri.</p>	<p>In totale, in questo studio sono stati arruolati 92 pazienti CPA. Di questi, 43 pazienti CPA hanno ricevuto RCP manuale (tra aprile 2004 e giugno 2008) e 49 pazienti hanno ricevuto RCP AutoPulse™ (tra luglio 2008 e marzo 2011). Abbiamo confrontato il gruppo CPR manuale con il gruppo AutoPulse™ utilizzando l'analisi di regressione logistica ed esaminato l'efficacia di AutoPulse™ negli elicotteri in volo.</p>	<p>Paziente con arresto cardiaco</p>	<p>I tassi di ripristino della circolazione spontanea (ROSC) e di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera sono aumentati nel gruppo AutoPulse™ rispetto al gruppo con RCP manuale (ROSC, 30,6% [15 pazienti] contro 7,0% [3 pazienti]; sopravvivenza alla dimissione ospedaliera dimissione, 6,1% [3 pazienti] contro 2,3% [1 paziente]). Nell'analisi multivariata, i fattori associati al ROSC erano l'uso di AutoPulse™ (odds ratio [OR], 7,22; P=0,005) e pazienti di età ≤65 anni (OR, 0,31; P=0,042).</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Injuries associated with mechanical chest compressions and active decompressions after out-of-hospital cardiac arrest: A subgroup analysis of non-survivors from a randomized study Autori: Polina Petrovich, Per Olav Berve, Borghild Barth-Heyerdahl Roald, Håvard Wahl Kongsgård, Arne Stray-Pedersen, Jo Kramer-Johansen, Lars Wik</p> <p>DOI: 10.1016/j.resplu.2023.100362</p>	<p>Questa analisi di sottogruppi descrive/confronta modelli di lesioni documentate dall'autopsia causate da due dispositivi di compressione toracica meccanica a pistone: LUCAS® 2 standard (controllo) e LUCAS® 2 con decompressione attiva (AD, intervento) nei non sopravvissuti con arresto cardiaco extraospedaliero (CA).</p>	<p>Studio clinico randomizzato</p>	<p>Deceduti post arresto cardiaco</p>	<p>221 pazienti sono stati inclusi nello studio principale e 207 non sono sopravvissuti. Di questi, 114 sono stati sottoposti ad autopsia medica. La causa dell'AC è stata cardiaca 53%, respiratoria 17%, overdose/intossicazione 14%, rottura dell'aorta 10%, neurologica 1% e altro 5%. Non sono state riscontrate differenze tra controllo e intervento nell'incidenza di fratture costali o fratture sternali</p>
<p>Traumatic Injuries Following Mechanical versus Manual Chest Compression Autori: Safwat Saleem, Roman Sonkin, Iftach Sagy, Refael Strugo, Eli Jaffe, Michael Drescher, Shachaf Shiber</p> <p>DOI: 10.2147/OAEM.S374785</p>	<p>Questo studio ha confrontato la compressione manuale con un dispositivo meccanico di compressione-depressione attivo nel determinare se l'uso della rianimazione cardiopolmonare (RCP) extraospedaliera da ACD fosse associato a più fratture scheletriche e/o lesioni interne rispetto alla compressione manuale, con una durata simile della rianimazione cardiopolmonare (RCP) tra i gruppi.</p>	<p>La coorte ha incluso tutti i pazienti con diagnosi di arresto cardiaco extraospedaliero (OHCA) presso un centro medico terziario tra gennaio 2018 e giugno 2019 che hanno ottenuto il ripristino della circolazione spontanea (ROSC).</p>	<p>Paziente con arresto cardiaco</p>	<p>Non sono state riscontrate differenze nei tassi di ROSC (53,2% vs 50,8%, p=0,84), eziologia cardiaca di OHCA (48,9% vs 43,5%, p=0,3), complicanze maggiori (frattura di costole/sterno, pneumotorace, emotorace, danno al parenchima polmonare, sanguinamento maggiore) o qualsiasi complicazione (20,5% vs 12,1%, p=0,28).</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Effects of mechanical chest compression device with a load-distributing band on post-resuscitation injuries identified by post-mortem computed tomography Autori: Yasutaka Koga, Motoki Fujita, Takeshi Yagi, Takashi Nakahara, Takashi Miyauchi, Kotaro Kaneda, Yoshikatsu Kawamura, Yasutaka Oda, Ryosuke Tsuruta.</p> <p>DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.08.013</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di determinare gli effetti della rianimazione cardiopolmonare (CPR) con AutoPulse™ (LDB-CPR) sulle lesioni post-rianimazione identificate dalla tomografia computerizzata post mortem (PMCT).</p>	<p>Studio di coorte retrospettivo</p>	<p>Pazienti adulti non traumatici deceduti dopo arresto cardiaco extraospedaliero.</p>	<p>La durata totale della RCP è stata significativamente più lunga nel gruppo LDB-CPR rispetto al gruppo con sola RCP manuale. La frattura costale posteriore, l'emoperitoneo e l'emorragia retroperitoneale erano significativamente più frequenti nel gruppo LDB-CPR. Le frequenze di frattura della costola anteriore/laterale e dello sterno erano simili in entrambi i gruppi. Il pneumotorace tendeva ad essere più frequente nel gruppo LDB-CPR, anche se non in modo significativo. LDB-CPR era un fattore di rischio indipendente per la frattura della costola posteriore (odds ratio 30,57, intervallo di confidenza al 95% 4,15-225,49, P=0,001) e lesioni addominali (odds ratio 4,93, intervallo di confidenza al 95% 1,88-12,95, P=0,001).</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Safety of mechanical and manual chest compressions in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis Autori: Yanxia Gao, Tongwen Sun, Ding Yuan, Huoyan Liang, Youdong Wan, Bo Yuan, ChangjuZhu, Yi Li, Yanwu Yu</p> <p>DOI: 10.1016/j.resuscitation.2021.10.028</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è basato sul riassumere le prove relative alla sicurezza delle compressioni toraciche meccaniche e manuali per i pazienti con arresto cardiaco.</p>	<p>Meta Analisi da parte di due ricercatori che hanno esaminato separatamente gli articoli dei database EMBASE, PubMed e Cochrane Central. includendo studi di coorte e studi clinici randomizzati (RCT) che hanno valutato la sicurezza delle compressioni toraciche meccaniche (LUCAS o AutoPulse) e manuali nei pazienti con arresto cardiaco.</p>	<p>Paziente con arresto cardiaco</p>	<p>La meta-analisi ha incluso 11 studi clinici che hanno coinvolto 2.818 pazienti. È stato riscontrato un tasso significativamente più elevato di lesioni complessive indotte dalla compressione per le compressioni meccaniche rispetto a quelle manuali (OR, 1,29; IC al 95%, 1,19-1,41), mentre non è stata riscontrata alcuna differenza significativa tra i due gruppi per quanto riguarda il tasso di vita- lesioni minacciose. Inoltre, entrambe le modalità condividevano incidenze simili di fratture sternali, fratture vertebrali, lesioni ai polmoni, alla milza e ai reni. Tuttavia, rispetto alle compressioni meccaniche, è stato dimostrato che le compressioni manuali presentano un rischio ridotto di fratture costali posteriori e lesioni cardiache ed epatiche</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest Autori: Peter L Wang, Steven C Brooks</p> <p>DOI: 10.1002/14651858.CD007260.pub4</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di paragonare l'efficacia delle strategie di rianimazione che utilizzano le compressioni toraciche meccaniche rispetto alle strategie di rianimazione che utilizzano le compressioni toraciche manuali standard rispetto alla sopravvivenza neurologicamente intatta nei pazienti che soffrono di arresto cardiaco.</p>	<p>ricerche nei database Cochrane Central Register of Controlled Studies (CENTRAL), MEDLINE, Embase, Science Citation Index-Expanded (SCI-EXPANDED) e Conference Proceedings Citation Index-Science.</p>	<p>Pazienti con OHCA e IHCA</p>	<p>I risultati sono stati che uno studio non ha mostrato alcuna differenza con le compressioni toraciche meccaniche mentre uno studio ha dimostrato e uno studio ha dimostrato una riduzione sopravvivenza. Anche altri due esiti secondari, la sopravvivenza al ricovero ospedaliero e la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera, avevano un livello di evidenza di qualità moderata. Nessuno studio ha riportato una differenza nella sopravvivenza al ricovero ospedaliero. Per quanto riguarda la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera, due studi hanno mostrato benefici, quattro studi non hanno mostrato differenze e uno studio ha mostrato danni associati alle compressioni meccaniche. Nessuno studio ha dimostrato una differenza negli eventi avversi o nei modelli di lesioni tra i gruppi di confronto, ma la qualità dei dati era bassa.</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Kinetics of manual and automated mechanical chest compressions Autori: Riccardo Colombo, Tommaso Fossali, Davide Ottolina, Beatrice Borghi, Paola Bergomi, Elisa Ballone, Roberto Rech, Antonio Castelli, Emanuele Catena.</p> <p>DOI: 10.1016/j.resuscitatio.n.2019.10.009</p>	<p>Questo studio ha l'obiettivo di studiare la cinetica della deformazione cardiaca durante le RPC manuali e Meccaniche.</p>	<p>Studio pilota</p>	<p>Pazienti con arresto cardiocircolatorio.</p>	<p>La compressione toracica meccanica è stata caratterizzata da un maggiore spostamento della parete laterale del ventricolo destro [con una mediana (IQR) di 3,7 (3,12-4,27) vs. 2,53 (2,27-2,6) cm, $p < 0,0001$] e da un tempo di sollevamento inferiore [123 (102-169) vs. 187 (164-215) ms, $p = 0,002$], tempo di rilassamento [109 (102-127) vs. 211 (133-252) ms, $p = 0,0003$], frequenza di compressione [100,6 (99,6-102,2) vs. 131,9 (125,4-151,4) bpm, $p < 0,0001$], con un rapporto tempo di compressione-decompressione di [1,04 (0,86-1,1) vs. 0,86 (0,78-0,96), $p = 0,046$].</p>
<p>Manual Cardiopulmonary Resuscitation Versus CPR Including a Mechanical Chest Compression Device in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comprehensive Meta-analysis From Randomized and Observational Studies. Autori: Judith L Bonnes, Marc A Brouwer, Eliano P Navarese, Dominique V M Verhaert, Freek W A Verheugt, Joep L R M Smeets, Menko-Jan de Boer DOI: 10.1016/j.annemergmed.2015.09.023</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di andare a vedere gli effetti della RCP meccanica sul campo rispetto a quella manuale sugli esiti clinici dopo arresto cardiaco extraospedaliero.</p>	<p>Ricerca sistematica, studi controllati randomizzati e studi non randomizzati</p>	<p>Paziente con Arresto cardiocircolatorio</p>	<p>Sono stati analizzati venti studi (n=21.363): 5 studi randomizzati e controllati e 15 studi non randomizzati, raggruppati separatamente. Per quanto riguarda la sopravvivenza al ricovero, la stima aggregata degli studi randomizzati e controllati non ha indicato una differenza. (odds ratio 0,94; intervallo di confidenza al 95% da 0,84 a 1,05; $P=0,24$)</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
				<p>tra RCP meccanica e manuale. Al contrario, la meta-analisi di studi non randomizzati ha dimostrato un beneficio a favore della RCP meccanica (odds ratio 1,42; intervallo di confidenza al 95% da 1,21 a 1,67; P < 0,001). Non è stata riscontrata alcuna interazione tra le linee guida CPR approvate (2000 rispetto al 2005) e la strategia CPR (P=.27). La sopravvivenza alla dimissione e l'esito neurologico non differivano tra le strategie.</p>
<p>The Use of Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation May Be Associated With Improved Outcomes Over Manual Cardiopulmonary Resuscitation During Inhospital Cardiac Arrests Autori: Conor P. Crowley, Emily S. Wan, Justin D Salciccioli, Edy Kim.</p> <p>DOI: 10.1097/CCE.0000000000000261</p>	<p>L'endpoint primario era il ripristino della circolazione spontanea. Gli endpoint secondari includevano la sopravvivenza alla dimissione e la sopravvivenza alla dimissione con esiti neurologici favorevoli.</p>	<p>revisione retrospettiva.</p>	<p>pazienti che hanno subito un arresto cardiaco da dicembre 2015 a novembre 2019.</p>	<p>Nello studio sono stati inclusi circa 104 pazienti: 59 pazienti hanno ricevuto rianimazione cardiopolmonare meccanica e 45 pazienti hanno ricevuto rianimazione cardiopolmonare manuale durante il periodo di arruolamento. Il tasso di ritorno della circolazione spontanea è stato dell'83% nel gruppo di rianimazione cardiopolmonare meccanica rispetto al 48,8% nel gruppo manuale. Il tasso di sopravvivenza alla dimissione è stato del 32,2% nel gruppo rianimazione cardiopolmonare</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
				meccanica rispetto all'11,1% in quelli che hanno ricevuto rianimazione cardiopolmonare manuale. Dei pazienti sopravvissuti alla dimissione e sottoposti a rianimazione cardiopolmonare meccanica, il 100% (n= 19) hanno avuto un esito neurologico favorevole rispetto al 40% (due su cinque) dei pazienti sopravvissuti e sottoposti a rianimazione cardiopolmonare manuale.
<p>LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue-a prospective, randomized, cross-over manikin study Autori: Gabriel Putzer¹, Patrick Braun, Andrea Zimmermann, Florian Pedross, Giacomo Strapazzon, Hermann Brugger, Peter Paal</p> <p>DOI: 10.1016/j.ajem.2012.07.018</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di confrontare le compressioni toraciche eseguite mediante LUCAS rispetto alle RCP manuali durante il trasporto in elicottero è vedere quale dei due eroga un risultato più soddisfacente.</p>	<p>Per questo studio prospettico, randomizzato, crossover, sono stati arruolati venticinque paramedici certificati per il supporto vitale avanzato. È stato utilizzato un manichino Resusci Anne modificato.</p>	<p>manichino Resusci Anne modificato.</p>	<p>il LUCAS rispetto alle compressioni toraciche manuali erano più frequentemente corrette e venivano eseguite più spesso correttamente per quanto riguarda la profondità il punto di pressione e rilascio di pressione. Il tempo di intervento è stato più breve nel LUCAS rispetto al gruppo manuale ma il tempo fino alla prima defibrillazione è stato più lungo nel gruppo LUCAS).</p>

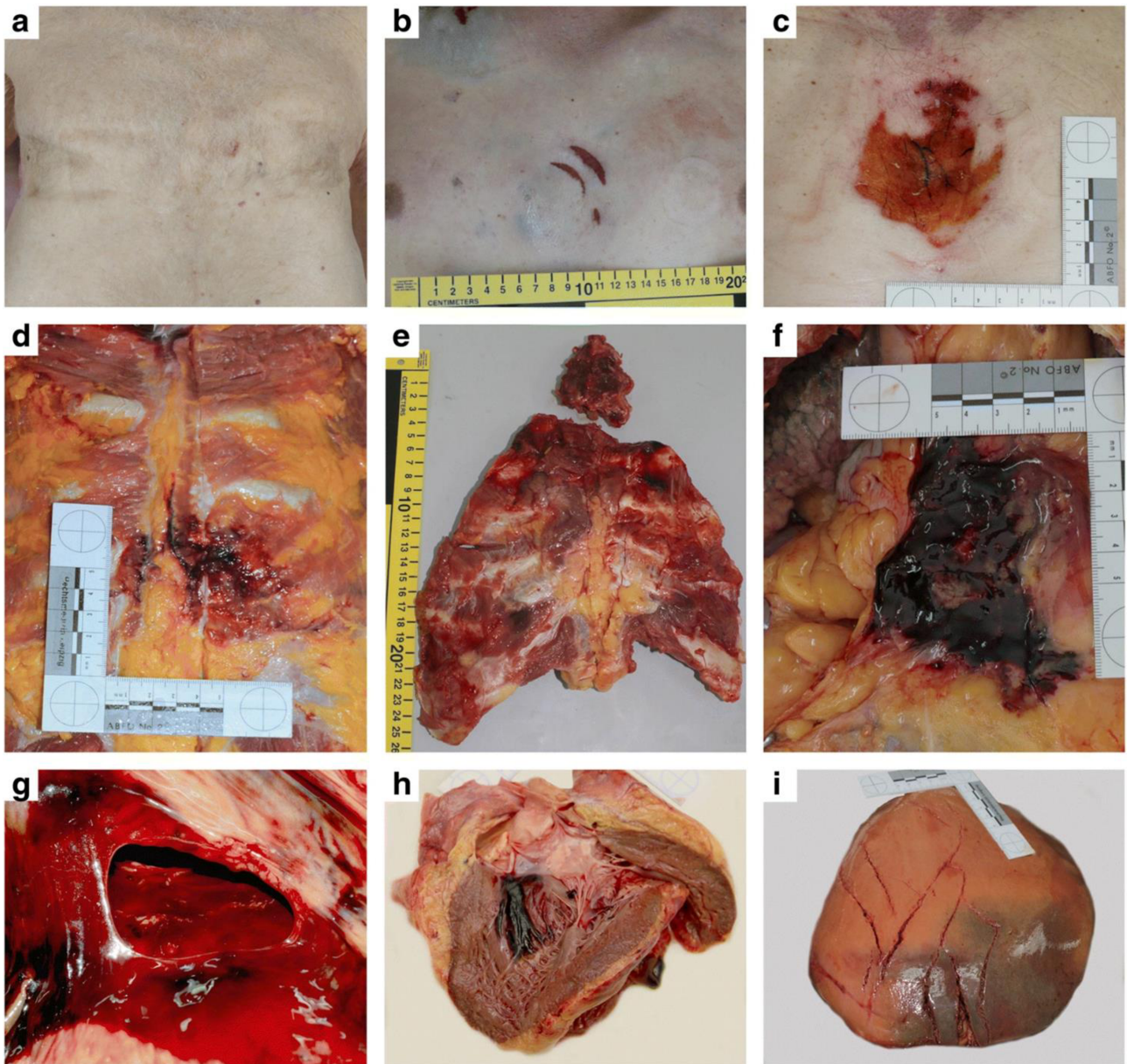
Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Mechanical chest compression with LUCAS device does not improve clinical outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis Autori: Mao Liu, Zhuang Shuai, Jiao Ai, Kai Tang, Hui Liu, Jiankang Zheng, Junqi Gou, Zhan Lv</p> <p>DOI: 10.1097/MD.00000000000017550</p>	<p>L'obiettivo di questo articolo è quello di mettere a confronto le compressioni manuali da quelle meccaniche con l'utilizzo di dispositivi come il LUCAS, è capire se si ha un ROSC migliore, sopravvivenza al ricovero ospedaliero, sopravvivenza alla dimissione ospedaliera, sopravvivenza a 30 giorni.</p>	<p>sono stati inclusi studi di ricerca originali, condotti su CA extraospedaliera per adulti. I database PubMed/Medline, EMBASE, Scopus, Cochrane Library, CNKI e Wanfang sono stati esaminati dall'impostazione fino al 21 febbraio 2019. Odds ratio (OR) con intervallo di confidenza (IC) al 95% è stato selezionato come indice della scala degli effetti per la valutazione del differenza nel ritorno della circolazione spontanea (ROSC), sopravvivenza al ricovero ospedaliero, sopravvivenza alla dimissione ospedaliera e sopravvivenza a 30 giorni. In questo studio è stato utilizzato il modello degli effetti casuali per stimare gli effetti medi complessivi.</p>	<p>Adulti con arresto cardiaco in ambito extraospedaliero.</p>	<p>Sono stati selezionati un totale di 6 articoli, inclusi 4 studi controllati randomizzati e 2 studi controllati non randomizzati. E 8501 soggetti sono stati coinvolti per analizzare i risultati clinici del LUCAS e della compressione toracica manuale per i pazienti con CA extraospedaliera. Confronti di ROSC (33,3% vs 33,0%, P = 0,98; OR = 1; IC 95%: [0,89, 1,13]), sopravvivenza al ricovero ospedaliero (22,7% vs 24,3%, P = 0,32; OR = 0,86; 95% CI: [0,65,1,15]), sopravvivenza alla dimissione ospedaliera (8,6% vs 10,7%, P = 0,50; OR = 0,92; 95% CI: [0,73,1,17]) e sopravvivenza a 30 giorni (7,5% vs 8,5%, P = 0,50; OR = 0,92; IC 95%: [0,73, 1,17]). Nessuna differenza significativa è stata trovata.</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>Effectiveness of Mechanical Chest Compression Devices over Manual Cardiopulmonary Resuscitation: A Systematic Review with Meta-analysis and Trial Sequential Analysis Autori: Mack Sheraton , John Columbus , Salim Surani, Ravinder Chopra , Rahul Kashyap</p> <p>DOI: 10.5811/westjem.2021.3.50932</p>	<p>L'obiettivo di questo studio è quello di rivedere sistematicamente la letteratura contemporanea confrontando l'efficacia relativa di due dispositivi di compressione meccanica (LUCAS e AutoPulse) con la compressione manuale per ottenere il ritorno della circolazione spontanea (ROSC) in pazienti sottoposti a rianimazione cardiopolmonare (RCP) dopo un arresto cardiaco ospedaliero (OHCA)</p>	<p>Studi controllati randomizzati e studi osservazionali pubblicati tra il 1 gennaio 2000 e il 1 ottobre 2020 che confrontassero la compressione toracica meccanica con la compressione toracica manuale dopo OHCA.</p>	<p>Adulto con arresto cardiaco</p>	<p>I dispositivi di compressione meccanica per la rianimazione negli arresti cardiaci, rispetto alle compressioni manuali, non sono associati a tassi migliorati di ROSC.</p>
<p>Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial Autori: Gavin D Perkins , Ranjit Lall , Tom Quinn , Charles D Deakin</p> <p>DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61886-9</p>	<p>Valutare la sopravvivenza nei pazienti trattati con dispositivo meccanico (LUCAS) o compressione manuale</p>	<p>Sperimentazione pragmatica, randomizzata in cluster, in aperto, che includeva adulti con arresto cardiaco extraospedaliero non traumatico da quattro servizi di ambulanza.</p>	<p>Adulti con arresto cardiaco</p>	<p>4471 pazienti sono stati trattati con LUCAS e con compressioni manuali. All'analisi finale, raggiungimento di un ROSC e la sopravvivenza a 30 giorni è risultata simile nei pazienti trattati con LUCAS o con compressioni manuali.</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
<p>CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS™ device: a multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation</p> <p>Autori: D Smekal, E Lindgren, H Sandler, J Johansson, S Rubertsson</p> <p>DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.09.017</p>	<p>L'obiettivo di questo articolo è quello di riportare l'incidenza delle lesioni dovute alla rianimazione cardiopolmonare mediante compressioni toraciche manuali (RCP manuale) rispetto alle compressioni toraciche meccaniche con il dispositivo LUCAS (RCP meccanica) nei non sopravvissuti dopo un arresto cardiaco extraospedaliero.</p>	<p>Studio prospettico multicentrico.</p>	<p>Non sopravvissuti dopo A.C</p>	<p>Nei pazienti con RCP non riuscita dopo arresto cardiaco extraospedaliero, le fratture costali erano più frequenti dopo RCP meccanica, ma non vi era alcuna differenza nell'incidenza di fratture sternali. Nessuna ferita è stata ritenuta fatale dal patologo.</p>
<p>Delaying Defibrillation to Give Basic Cardiopulmonary Resuscitation to Patients With Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation</p> <p>Autori: Lars Wik, MD, PhD; Trond Boye Hansen; Frode Fylling;</p> <p>DOI: 10.1001/jama.289.11.1389</p>	<p>L'obiettivo di questo articolo consiste nel determinare gli effetti della RCP prima della defibrillazione sull'esito in pazienti con fibrillazione ventricolare e con tempi di risposta fino o superiori a 5 minuti.</p>	<p>Studio randomizzato</p>	<p>Pazienti con fibrillazione ventricolare</p>	<p>Nel gruppo standard, 14 su 96 pazienti sono sopravvissuti fino alla dimissione dall'ospedale vs 23 su 104 nel primo gruppo CPR. Non ci sono state differenze nei tassi di ROSC tra il gruppo standard e il primo gruppo CPR o nella sopravvivenza a 1 anno. Nell'analisi dei sottogruppi per i pazienti con tempi di risposta dell'ambulanza fino a 5 minuti o inferiori, non sono state rilevate differenze in alcuna variabile di esito tra il primo gruppo RCP (n = 40) e il gruppo standard (n = 41). Per i pazienti con intervalli di risposta superiori a 5</p>

Titolo e Autori	Obiettivo	Materiali e Metodi	Popolazione	Risultati
				minuti, più pazienti hanno raggiunto il ROSC nel primo gruppo RCP rispetto al gruppo standard e sopravvivenza a 1 anno 33 dei 37 pazienti sopravvissuti alla dimissione dall'ospedale non presentavano alcuna o minore riduzione dello stato neurologico senza alcuna differenza tra i gruppi.
<p>Ondruschka, B., Baier, C., Bayer, R. et al. Chest compression-associated injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions versus automated chest compression devices (LUCAS II) – a forensic autopsy-based comparison. Forensic Sci Med Pathol 14, 515–525 (2018)</p> <p>Autori: Benjamin Ondruschka, Christina Baier, Ronny Bayer, Niels Hammer, Jan Dreßler, Michael Bernhard.</p> <p>DOI: 10.1007/s12024-018-0024-5</p>	<p>Lo scopo di questo studio forense era di indagare se i pazienti con arresto cardiaco extraospedaliero e ospedaliero trattati con ACCD soffrono più frequentemente e più intensamente di lesioni al tronco associate alla compressione toracica, rispetto al trattamento con mCC, e di indagare l'impatto influenza di fattori confondenti rilevanti sull'esistenza di lesioni associate alla RCP.</p>	<p>disegno retrospettivo</p>	<p>paziente deceduto per IHCA e OHCA</p>	<p>Lo scopo di questo studio forense era di indagare se i pazienti con arresto cardiaco extraospedaliero e ospedaliero trattati con ACCD soffrono più frequentemente e più intensamente di lesioni al tronco associate alla compressione toracica, rispetto al trattamento con mCC, e di indagare l'impatto influenza di fattori confondenti rilevanti sull'esistenza di lesioni associate alla RCP.</p>

ALLEGATO 3



Impronte dovute all'impiego del device (a), tipiche lesioni di forma rotonda, dovute alla forma del pistone (b) e abrasioni cutanee pesanti (c). Emorragia tissutale circoscritta sopra lo sterno (d) e frattura sternale lussata con interruzione della continuità ossea (e). Estesa emorragia pericardica (f) e rottura del pericardio (g ; fotografato sotto tensione). Emorragia subendocardica intensiva nel ventricolo sinistro (h). Lesioni superficiali multiple del fegato (i)