

## Esiti neurologici dei pazienti colpiti da arresto cardiaco in ambito extra-ospedaliero: efficacia delle compressioni toraciche meccaniche vs compressioni toraciche manuali: una revisione della letteratura.

■ MARCO RANFONE

Infermiere, Università degli Studi di Torino

### RIASSUNTO

**Introduzione:** in caso di arresto cardiaco extra-ospedaliero (OHCA), alcuni fattori che influenzano negativamente l'efficacia delle manovre rianimatorie sono l'affaticamento fisico degli operatori sanitari ed il contesto in cui si trovano ad eseguire la Rianimazione Cardio Polmonare (RCP). Per ovviare a questi problemi, sono stati ideati dei dispositivi meccanici in grado di produrre compressioni toraciche esterne efficaci da un punto di vista emodinamico, che favoriscono la sopravvivenza e la conservazione delle funzioni neurologiche.

**Obiettivo:** comparare, in termini di efficacia sugli esiti neurologici, i dispositivi per la compressione meccanica del torace con le compressioni toraciche esterne effettuate manualmente.

**Materiali e metodi:** è stata condotta una ricerca nelle banche dati Medline, Cinahl e Cochrane Library con le parole chiave "cardiopulmonary resuscitation", "mechanical cardiopulmonary resuscitation", "mechanical chest compression", "manual cardiopulmonary resuscitation", "outcome" e "out-of-hospital patient". Sono stati selezionati 3 studi secondari e 3 studi primari.

**Risultati e discussione:** le meta-analisi non mostrano degli esiti neurologici migliori successivamente alle compressioni toraciche meccaniche rispetto alle compressioni manuali. La revisione sistematica Cochrane suggerisce un decremento degli esiti neurologici in seguito alle compressioni toraciche meccaniche. Uno studio randomizzato controllato rivela degli esiti neurologici favorevoli successivamente alle compressioni manuali del torace mentre due RCTs non evidenziano differenze significative tra compressioni toraciche eseguite manualmente o meccanicamente.

**Conclusioni:** dalla revisione della letteratura non emerge che l'utilizzo dei dispositivi meccanici per la compressione del torace sia migliore della RCP manuale in termini di efficacia sugli esiti neurologici dei pazienti colpiti da OHCA.

**Parole chiave:** rianimazione cardiopolmonare, compressioni toraciche meccaniche, esiti neurologici, arresto cardiaco extra-ospedaliero.

## Neurological outcomes of patients affected by out-of-hospital cardiac arrests: effectiveness of mechanical chest compressions vs manual chest compressions: a literature review.

■ MARCO RANFONE

Nurse, University of Turin

### SUMMARY

**Introduction:** in the cases of out-of-hospital cardiac arrests (OHCA), the physical fatigue of health care workers and the context in which they perform the Cardio Pulmonary Resuscitation (CPR) are some of the factors that negatively affect the effectiveness of resuscitation maneuvers. To overcome these problems, mechanical devices have been created to generate effective external chest compressions from a hemodynamic point of view, which promote the survival and preservation of neurological functions.

**Objective:** to compare compressions of the thorax done by mechanical devices with external thoracic compressions carried out manually, in terms of their efficacy on neurological outcomes.

**Materials and methods:** research was conducted on the Medline, Cinahl and Cochrane Library databases using key words such as "cardiopulmonary resuscitation", "mechanical cardiopulmonary resuscitation", "mechanical chest compression", "manual cardiopulmonary resuscitation", "outcome", and "out-of-hospital patient". Three (3) secondary studies and three (3) primary studies were selected.

**Results and discussions:** meta-analysis does not show better neurological outcomes after mechanical chest compressions compared to manual compressions. The Cochrane systematic review suggests a decrease in neurological outcomes following mechanical chest compressions. A randomized controlled trial reveals favourable neurological outcomes following manual chest compressions while two (2) RCTs do not show significant differences between manually or mechanically performed chest compressions.

**Conclusions:** the literature review does not show that the use of devices for mechanical chest compression is better than manual CPR in terms of efficacy on the neurological outcomes of patients affected by OHCA.

**Key words:** cardiopulmonary resuscitation, mechanical chest compressions, neurological outcomes, out-of-hospital cardiac arrest.

**REVISIONE DELLA LETTERATURA**

PERVENUTO IL 29/09/2017

ACCETTATO IL 12/12/2017

**Corrispondenza per richieste:**Ranfone Marco [marco.ranfone@edu.unito.it](mailto:marco.ranfone@edu.unito.it)

L'autore dichiara di non aver conflitto di interessi.

**LITERATURE REVIEW**

RECEIVED 29/09/2017

ACCEPTED ON 12/12/2017

**Correspondence:**Ranfone Marco [marco.ranfone@edu.unito.it](mailto:marco.ranfone@edu.unito.it)

The author hereby declares that he has no conflicts of interest..

**INTRODUZIONE**

I tassi di sopravvivenza da arresto cardiaco extra-ospedaliero (OHCA) variano notevolmente in base agli studi effettuati ed alle zone geografiche prese in considerazione. A livello globale si stima che gli OHCA si verifichino con un'incidenza intorno ai 50-100 casi ogni 100.000 persone/anno. L'incidenza degli OHCA trattati in America è maggiore di quelli trattati in Europa rispettivamente di 54,6/100.000 e 35,0/100.000 abitanti<sup>1</sup>.

In uno studio di revisione sistematica dei rapporti sui casi di arresto cardiaco trattati dal servizio medico di pronto intervento (EMS) nella Comunità Europea, si stima che l'incidenza sia intorno ai 38 casi ogni 100.000 abitanti/anno mentre i casi di arresto cardiaco in seguito a fibrillazione ventricolare siano circa 17 casi ogni 100.000 abitanti/anno. Queste stime si traducono sulla popolazione Europea che conta 729 milioni di abitanti, in 275.000 casi di arresto cardiaco di cui 123.000 riconducibili a fibrillazione ventricolare.<sup>2</sup>

Le linee guida American Heart Association (AHA) ed European Resuscitation Council (ERC) del 2015 sono le più recenti in materia di rianimazione cardiopolmonare (RCP) e sostituiscono, aggiornando ed implementando, le precedenti linee guida del 2010. In entrambe viene sottolineata l'importanza di una RCP di alta qualità come elemento essenziale per migliorare la prognosi dell'individuo colpito da arresto cardiocircolatorio. La qualità della RCP viene definita dall'avvio tempestivo e dalla profondità delle compressioni toraciche (circa 5 cm ma non più di 6 cm in un adulto di media corporatura), da una frequenza di 100-120 compressioni/minuto con la completa espansione del torace dopo ogni compressione, mantenendo un rapporto compressioni-ventilazioni 30:2 (le compressioni hanno sempre la priorità sulle ventilazioni) ed evitando di interrompere le compressioni toraciche per un tempo superiore a 10 secondi.<sup>3,4</sup>

L'importanza della profondità delle compressioni toraciche era stata precedentemente approfondita da uno studio di coorte del 2013 su un campione di 593 pazienti adulti colpiti da OHCA, dove emerse che le compressioni toraciche profonde almeno 51 mm aumentano la sopravvivenza e migliorano gli esiti neurologici dei pazienti colpiti da OHCA, assumendo come indicatore di esiti neurologici favorevoli una "Cerebral Performance Category" di 1 o 2 (CPC  $\leq$  2).<sup>5</sup>

In caso di arresto cardiaco risulta fondamentale non trascurare le difficoltà che i soccorritori possono incontrare sul territorio, al di fuori dell'ambiente protetto che è la realtà ospedaliera. Il mantenimento di un ritmo delle compressioni toraciche in caso RCP viene influenzato, in negativo, dal numero ridotto di professionisti nel *équipe* di soccorso, dalla fatica a cui vanno incontro, dal contesto in cui si trovano e dalla necessità di effettuare la RCP a bordo di un veicolo in movimento.<sup>6</sup>

I sanitari dichiarano difficoltà importanti nell'effettuare la RCP in maniera continua ed efficace nei veicoli in movimento nei casi di arresto cardiocircolatorio prolungato.<sup>7,8</sup> Recenti studi, effettuati sui manichini, hanno dimostrato che la qualità delle compressioni toraciche manuali tende a deteriorarsi durante il trasporto del paziente e durante la RCP prolungata.<sup>9-12</sup>

**INTRODUCTION**

Survival rates from out-of-hospital cardiac arrests (OHCA) vary widely based on the studies performed and the geographic areas taken into consideration. Globally, OHCA is estimated to occur at around 50-100 cases per 100,000 people/year. The incidence of OHCA treated in America is higher than those treated in Europe by 54.6/100,000 and 35.0/100,000 inhabitants, respectively.<sup>1</sup>

In a systematic review of the reports on cardiac arrest cases treated by the emergency medical service (EMS) in the European Community, it is estimated that the incidence is around 38 cases per 100,000 inhabitants/year while the cases of cardiac arrest following ventricular fibrillation are about 17 cases per 100,000 inhabitants/year. These estimates are based on the European population of 729 million inhabitants, with 275,000 cases of cardiac arrest, of which 123,000 refer to ventricular fibrillation.<sup>2</sup>

The 2015 guidelines of the American Heart Association (AHA) and the European Resuscitation Council (ERC) are the most recent in the field of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and replace and update the previous guidelines of 2010. Both underline the importance of high quality CPR as an essential element to improve the prognosis of the individual suffering from cardio-circulatory arrest. The quality of CPR is defined by the timely start and depth of chest compressions (about 5 cm but no more than 6 cm in a medium-sized adult), a frequency of 100-120 compressions/minute with complete chest expansion after each compression, the maintenance of a compression-to-ventilations ratio of 30:2 (compressions always have priority over ventilations) and avoiding the interruption of chest compressions for more than 10 seconds.<sup>3,4</sup>

The importance of the depth of chest compressions was previously investigated by a cohort study in 2013 with a sample of 593 adult patients affected by OHCA, where chest compressions of at least 51 mm deep were seen to increase survival and improve the patient's neurological outcomes, assuming a "Cerebral Performance Category" of 1 or 2 (CPC  $\leq$  2) as indicator of favourable neurological outcomes.<sup>5</sup>

In case of cardiac arrest, it is fundamental not to neglect the difficulties that rescuers may encounter on the territory, outside the protected environment of the hospital. The maintenance of a rhythm of chest compressions in the case of CPR is influenced negatively by the reduced number of professionals in the rescue team, by the fatigue they face, the context in which they find themselves and the need to perform CPR on board a moving vehicle.<sup>6</sup>

Healthcare professionals report significant difficulties in performing CPR continuously and effectively in moving vehicles in cases of prolonged cardio circulatory arrest.<sup>7,8</sup> Recent studies carried out on manikins have shown that the quality of manual chest compressions tends to deteriorate during patient transport and during prolonged CPR.<sup>9-12</sup>

Negli ultimi anni, sia in ambiente extra-ospedaliero che intra-ospedaliero, sono state attuate numerose iniziative per migliorare gli esiti dell'arresto cardiocircolatorio. Oltre all'implementazione dei sistemi di rapido accesso ai defibrillatori automatici/semi-automatici esterni (DAE) e all'ottimizzazione della RCP con la sola compressione ritmica del torace, l'introduzione di apparecchi meccanici per la compressione del torace rappresentano una nuova strategia che può favorire la sopravvivenza ed un buon mantenimento delle funzioni neurologiche.<sup>13,14</sup>

Gli apparecchi per la compressione toracica meccanica nella RCP sono stati sviluppati per sostituirsi alle compressioni toraciche manuali e possono lavorare su un'azione pneumatica o su un sistema di compressione a fascia (LDBs). Garantiscono una compressione toracica ininterrotta con ritmo e profondità predefinite dato che l'apparecchio non necessita di pause. La compressione ritmica del torace favorisce la circolazione ematica e l'afflusso del sangue agli organi vitali in maniera efficiente.<sup>15</sup>

Gli apparecchi più utilizzati sono il "Lund University Cardiac Arrest System (LUCAS™)", ideato nel 2002, il quale effettua una compressione ed una decompressione toracica attiva mediante un sistema a pistone dotato di ventosa ed il "Load-Distributing Band" (AutoPulse®), dispositivo a batteria costituito da una larga tavola spinale e da una fascia che circonda il torace del paziente.<sup>3,16</sup>

La frequenza e la profondità delle compressioni toraciche per minuto sono degli importanti indicatori di qualità della RCP. Due studi prospettici, uno eseguito su pazienti ed uno su manichini, mettono in evidenza che le compressioni del torace vengono eseguite in maniera significativamente più corretta con l'utilizzo del dispositivo meccanico rispetto alla sola compressione manuale.<sup>9,17</sup>

L'obiettivo di questa revisione della letteratura è di valutare l'efficacia dei dispositivi meccanici per la compressione del torace rispetto alle compressioni toraciche esterne manuali in termini di esiti neurologici, nei pazienti colpiti da OHCA.

## MATERIALI E METODI

È stata eseguita la ricerca bibliografica attraverso le banche dati: Medline (PubMed), Cinahl e The Cochrane Library. Applicando il modello PICO sono state individuate come parole chiave i termini "cardiopulmonary resuscitation", "mechanical cardiopulmonary resuscitation", "mechanical chest compression", "manual cardiopulmonary resuscitation", "outcome" ed "out-of-hospital patient". Gli operatori booleani "AND" e "OR" sono stati utilizzati per incrociare i termini in varie combinazioni all'interno della stringa di ricerca avanzata. (Tabella 1)

Tabella 1. PICO

<b>Popolazione</b>	Pazienti colpiti da arresto cardiaco in ambito extra-ospedaliero
<b>Intervento</b>	Rianimazione cardiopolmonare con compressioni toraciche meccaniche
<b>Comparazione</b>	Rianimazione cardiopolmonare con compressioni toraciche manuali
<b>Outcome (esito)</b>	Miglioramento degli esiti neurologici alla dimissione

In recent years, both in the out-of-hospital and in-hospital environments, numerous initiatives have been implemented to improve the outcomes of cardiac arrest. In addition to the implementation of systems for rapid access to automatic/semi-automatic external defibrillators (AEDs) and the optimization of CPR with only the rhythmic compression of the thorax, the introduction of mechanical devices for chest compression represent a new strategy that can promote survival and good maintenance of neurological functions.<sup>13,14</sup>

The mechanical chest compression devices in CPR have been developed to replace manual chest compressions and can work on a pneumatic action or on a band compression system (LDBs). They guarantee uninterrupted chest compression with predefined rhythm and depth as the device does not need to pause. The rhythmic compression of the thorax promotes blood circulation and efficient blood flow to the vital organs.<sup>15</sup>

The most used devices are the "Lund University Cardiac Arrest System" (LUCAS™) created in 2002, which performs active chest compressions and decompressions using a suction cup piston system and the "Load-Distributing Band" (AutoPulse®), a battery-powered device consisting of a large stabilizing board and a band surrounding the patient's chest.<sup>3,16</sup>

The frequency and depth of chest compressions per minute are important indicators of CPR quality. Two (2) prospective studies, one performed on patients and one on manikins, show that chest compressions are significantly performed correctly with the use of the mechanical device compared to the use of manual compression alone.<sup>9,17</sup>

The objective of this literature review is to evaluate the effectiveness of mechanical chest compression devices compared to external manual chest compressions in terms of neurological outcomes in patients affected by OHCA.

## MATERIALS AND METHODS

Literature research was performed using the following databases: Medline (PubMed), Cinahl and the Cochrane Library.

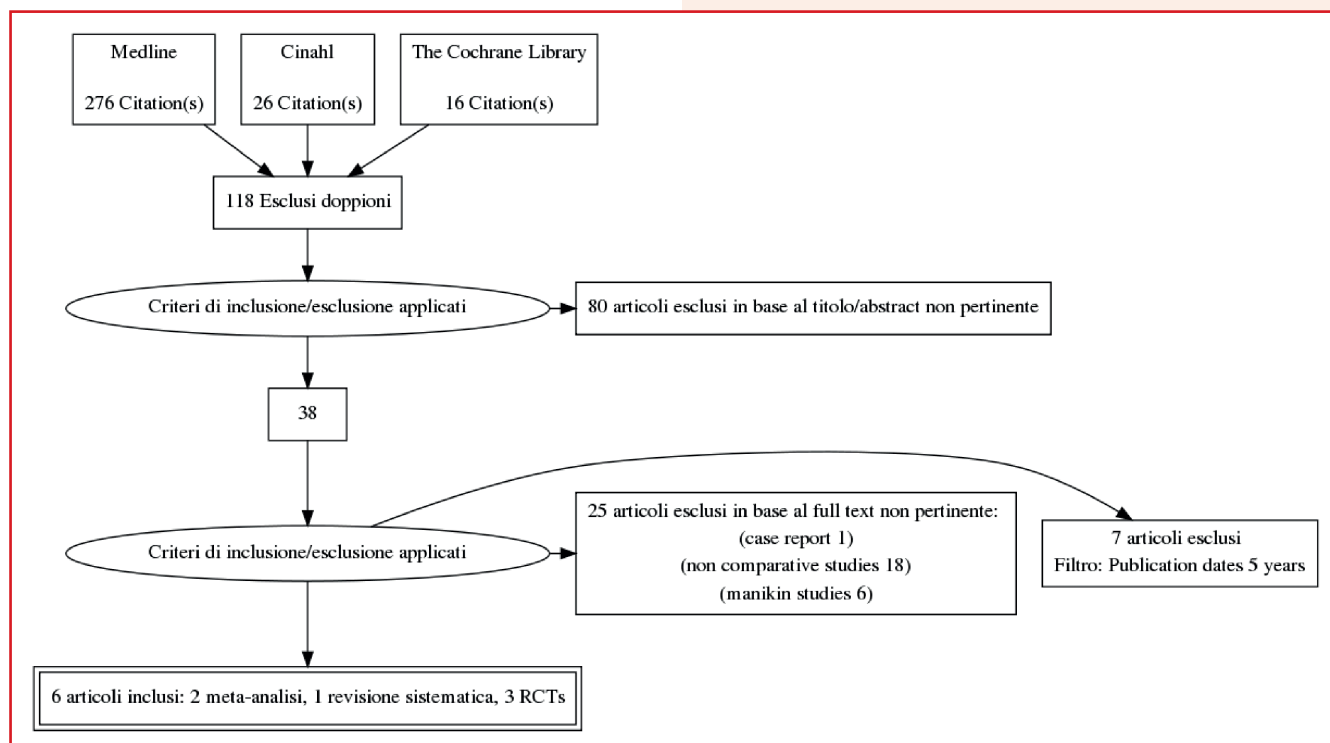
Applying the PICO model, the terms "cardiopulmonary resuscitation", "mechanical cardiopulmonary resuscitation", "mechanical chest compression", "manual cardiopulmonary resuscitation", "outcome" and "out-of-hospital patient" have been identified as key words. The Boolean operators "AND" and "OR" were used to match the terms in various combinations within the advanced search string. (Table 1)

Table 1. PICO

<b>Population</b>	Patients that suffered cardiac arrest outside the hospital
<b>Intervention</b>	Cardiopulmonary resuscitation with mechanical thoracic compressions
<b>Comparison</b>	Cardiopulmonary resuscitation with manual chest compressions
<b>Outcome (result)</b>	Improvement of neurological outcomes at discharge

Interrogando la banca dati Cinahl è emerso un solo articolo non presente nelle altre banche dati. **(Figura 1)**

**Figura 1. Flowchart della revisione**



While examining the Cinahl database, only one article was found that was not present in the other databases. **(Figure 1)**

**Figure 1. Flowchart of the revisions**

La ricerca ha permesso di reperire 318 articoli ed, una volta individuati gli studi doppi e scartati quelli inappropriati, si sono individuati 118 articoli. Successivamente gli articoli sono stati selezionati in base al titolo/abstract tenendo conto dei seguenti criteri di inclusione:

1. Pazienti colpiti da arresto cardiaco in ambito extra-ospedaliero.
2. Manovre rianimatorie eseguite da personale sanitario addestrato.
3. Meta-analisi, revisioni sistematiche, studi randomizzati controllati e studi osservazionali.
4. Studi redatti in lingua inglese o italiana.

Dopo aver individuato gli articoli che soddisfacevano i criteri di inclusione, è stato applicato il filtro "Publication dates: 5 years" per rendere maggiormente significativa ed aggiornata la selezione. L'ultima analisi del "full text" ha portato alla selezione di tre studi secondari e tre studi primari, nello specifico due meta-analisi<sup>8,19</sup>, una revisione sistematica<sup>15</sup> e tre studi randomizzati controllati (RCTs)<sup>20-22</sup>. Si è deciso di analizzare gli RCTs che hanno dimostrato un maggior peso all'interno degli studi secondari per osservare i risultati emersi dagli studi randomizzati controllati presi singolarmente. **(Tabella 2)**

The research made it possible to find 318 articles, and once the double studies were identified and the inappropriate ones discarded, 118 articles were highlighted. Subsequently the articles were selected according to the title/abstract, taking into account the following inclusion criteria:

1. Patients that suffered cardiac arrest in an out-of-hospital setting
2. Resuscitation procedures performed by trained health personnel
3. Meta-analysis, systematic reviews, randomized controlled trials and observational studies
4. Studies written in English or Italian

After having identified the articles that satisfied the inclusion criteria, the filter "Publication dates: 5 years" was applied to make the selection more significant and updated. The last analysis of the "full text" led to the selection of three (3) secondary studies and three (3) primary studies, specifically two (2) meta-analyses,<sup>19</sup> a systematic review<sup>15</sup> and three (3) randomized controlled studies (RCTs).<sup>20-22</sup> It was decided to analyse the RCTs that showed greater weight in the secondary studies to observe the results that emerged from the randomized controlled trials taken individually. **(Table 2)**



Tabella 2. Studi analizzati

	Obiettivi	Tipo di studio	Partecipanti	Strategie di ricerca/Interventi	Conclusioni
Bonnes et al, 2016	Valutare gli effetti delle compressioni toraciche meccaniche comparate alla RCP manuale relativamente agli esiti clinici dei pazienti colpiti da OHCA.	Meta-analisi	Venti studi inclusi. 5 studi randomizzati e 15 studi osservazionali. 21.363 pazienti arruolati, 9.391 al braccio compressioni toraciche meccaniche e 11.972 al braccio RCP manuale. I 5 RCTs coinvolgono 12.206 pazienti.	È stata eseguita una revisione sistematica della letteratura tramite PubMed, Web-of-Science, EMBASE e The Cochrane Library". Due ricercatori hanno eseguito la ricerca individualmente.	L'insieme delle evidenze scientifiche non supportano l'utilizzo routinario delle compressioni toraciche meccaniche per migliorare gli esiti clinici. Sebbene evidenze di minore qualità derivanti dagli studi non randomizzati suggeriscano una migliore sopravvivenza all'ammissione ospedaliera utilizzando le compressioni toraciche meccaniche, non emergono prove di un aumento della sopravvivenza alla dimissione e di un miglioramento degli esiti neurologici sia negli studi randomizzati, sia in quelli non randomizzati.
Tang et al, 2015	Valutare gli effetti della compressione toracica meccanica comparata alle compressioni toraciche manuali per quanto riguarda la sopravvivenza e gli esiti neurologici dei pazienti colpiti da OHCA.	Meta-analisi	Cinque RCTs incluse nello studio (12.510 pazienti).	Gli articoli analizzati sono stati ricercati su PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials ed il registro ClinicalTrials.gov. Due autori hanno individualmente valutato l'eleggibilità di tutti gli studi identificati nella ricerca iniziale.	La meta-analisi suggerisce che la RCP effettuata con compressioni toraciche meccaniche non può essere associata ad un miglioramento degli esiti neurologici alla dimissione ospedaliera, nemmeno ad un raggiungimento precoce del ROSC (return of spontaneous circulation), né ad un aumento della sopravvivenza > 6 mesi, comparata alle compressioni toraciche manuali. Inaspettatamente, è associata ad un peggioramento della sopravvivenza all'ammissione ed alla dimissione ospedaliera. In base alle evidenze attuali, l'utilizzo diffuso degli apparecchi per la compressione toracica meccanica non può essere raccomandato.
Brooks et al, 2014	Valutare l'efficacia delle compressioni toraciche meccaniche comparate alle compressioni toraciche manuali standard relativamente agli esiti neurologici nei pazienti colpiti da arresto cardiaco.	Revisione sistematica	Sei studi hanno incontrato i criteri di inclusione e sono stati inclusi nella revisione sistematica. Tre studi includono solamente pazienti colpiti da arresto cardiaco in ambito extra-ospedaliero e 3 studi comprendono pazienti colpiti da arresto cardiaco in ambito ospedaliero.	Sono state consultate le banche dati Cochrane Central Register of Controlled Studies, Medline, EMBASE, Science Citation Index-Expanded, Bio-technology and bioengineering abstracts e CPCIS. Gli articoli sono stati valutati da due autori indipendentemente.	Le evidenze scientifiche per quanto riguarda le compressioni toraciche meccaniche comparate alle compressioni manuali sono insufficienti per concludere che i dispositivi per la RCP meccanica siano associati a dei benefici o a danni. L'uso diffuso dei dispositivi per le compressioni toraciche meccaniche durante un arresto cardiaco non può essere raccomandato in base alle evidenze ripetute da questa revisione sistematica della letteratura.
Perkinson et al, 2015	Valutare se il LUCAS-2 è migliore della RCP manuale per migliorare la sopravvivenza entro 30 giorni nei pazienti colpiti da OHCA.	Studio randomizzato controllato	Sono state arruolate 418 veicoli del soccorso (147 al gruppo LUCAS-2 e 271 al gruppo controllo; rapporto 1:1,8). La proporzione di OHCA in cui la RCP è stata eseguita non differisce tra gruppo LUCAS-2 (1737/4192 pazienti (41%)) e RCP manuale (2953/6980 pazienti (42%)).	Sono state selezionate 91 stazioni del soccorso ed alle rispettive ambulanze è stato assegnato in maniera randomizzata (gli operatori lo scoprivano ad inizio turno durante il controllo del materiale) il LUCAS-2 o l'esecuzione delle compressioni toraciche manuali con rapporto 1:2. Il personale addeito al soccorso è stato formato sull'utilizzo del LUCAS-2 e successivamente ha sostenuto un esame.	Questo studio randomizzato controllato non ha evidenziato nessuna differenza significativa tra compressioni toraciche meccaniche e compressioni manuali del torace, inoltre ha messo in evidenza come sia difficoltoso ideare ed attuare un percorso valido di formazione rivolto al personale di soccorso nella pratica quotidiana.
Rubertsson et al, 2014	Determinare se il trattamento con compressioni toraciche meccaniche sia correlato ad una sopravvivenza maggiore, dopo 4 ore, rispetto alle compressioni manuali del torace nei pazienti colpiti da OHCA.	Studio randomizzato controllato	Sono stati inclusi nello studio 2589 pazienti (1300 RCP meccanica e 1289 RCP manuale) appartenenti a 6 servizi per il pronto intervento (EMS) in Svezia, Olanda e UK.	Un dispositivo per le compressioni meccaniche del torace ed una busta di randomizzazione sono stati posizionati in tutte le ambulanze dei 6 servizi. In caso di intervento su OHCA vengono effettuate subito le compressioni manuali del torace ed avviene la randomizzazione in rapporto 1:1. I pazienti sopravvissuti sono stati seguiti per 6 mesi. Il personale assegnato alle ambulanze è stato addestrato sia nella RCP meccanica, sia nella RCP manuale, e successivamente ri-addestrato ogni 6 mesi.	Tra gli adulti colpiti da OHCA non si sono evidenziate differenze significative per quanto riguarda la sopravvivenza a 4 ore dal ROSC tra quelli trattati con RCP meccanica e RCP manuale. Sono stati rilevati buoni esiti neurologici a 6 mesi in entrambi i gruppi. È stato quindi constatato che nella pratica clinica, le compressioni toraciche meccaniche non portano ad un miglioramento degli esiti in comparazione alle compressioni toraciche manuali.
Wik et al, 2014	Comparare la RCP meccanica integrata alla RCP manuale (IA-CPR) con la sola RCP manuale (M-CPR) al fine di determinare l'equivalenza, la superiorità o l'inferiorità del trattamento con compressioni toraciche meccaniche in termini di sopravvivenza alla dimissione ospedaliera dei pazienti colpiti da OHCA.	Studio randomizzato controllato	Lo studio è stato eseguito in 3 realtà svedesi e 2 realtà europee dove stati arruolati 4231 pazienti (2.132 M-CPR; 2.099 IA-CPR).	L'assegnazione dei pazienti ai 2 bracci dello studio è stata eseguita tramite una randomizzazione a blocchi permutati con un rapporto 1:1. Ogni paziente colpito da OHCA, prima della randomizzazione al braccio compressioni toraciche manuali o al braccio compressioni toraciche meccaniche, è stato sottoposto alle compressioni del torace eseguite manualmente.	In comparazione ad una RCP eseguita tramite compressioni manuali del torace, la RCP meccanica integrata alla RCP manuale evidenzia un'equivalenza statistica per quanto riguarda la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera dopo un OHCA.

**Table 2. Analysed Studies**

	Objectives	Type of Study	Participants	Research/Intervention Strategies	Conclusions
Bonnes et al, 2016	Evaluate the effects of mechanical chest compressions compared to manual CPR for the clinical outcomes of patients affected by OHCA.	Meta-analysis	20 studies included, 5 randomized studies and 15 observational studies. 21,363 patients enrolled, 9,391 under mechanical chest compressions and 11,972 under manual CPR. The 5 RCTs involved 12,206 patients.	A systematic review of the literature was performed through PubMed, Web-of-Science, EMBASE and The Cochrane Library. Two (2) researchers performed the research individually.	None of the scientific evidence supported the routine use of mechanical chest compressions to improve clinical outcomes. Although evidence of inferior quality from non-randomized studies suggests better survival upon hospital admission using mechanical chest compressions; there is no evidence of increased discharge survival and improvement of neurological outcomes in both randomized and non-randomized trials.
Tang et al, 2015	Evaluate the effects of mechanical chest compressions compared to manual chest compressions regarding the survival and neurological outcomes of patients affected by OHCA.	Meta-analysis	Five (5) RCTs included in the study (12,510 patients).	The articles analyzed were researched on PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials and the ClinicalTrials.gov registry. Two (2) authors individually assessed the eligibility of all the studies identified in the initial research.	Meta-analysis suggests that CPR performed with mechanical thoracic compressions cannot be associated with an improvement of neurological outcomes upon hospital discharge, not even for an early ROSC (return of spontaneous circulation), or an increase in survival of 6 months, compared to manual chest compressions. Unexpectedly, it is associated with a worsening of survival upon admission and hospital discharge. Based on current evidence, the widespread use of mechanical chest compression devices cannot be recommended.
Brooks et al, 2014	Evaluate the effectiveness of mechanical chest compressions compared to standard manual chest compressions for neurological outcomes in patients who suffered cardiac arrest.	Systematic Review	Six studies met the inclusion criteria and were included in the systematic review. Three (3) studies included only cardiac arrest patients in the out-of-hospital setting and 3 studies included cardiac arrest patients in a hospital setting.	The Cochrane Central Register of Controlled Studies, Medline, EMBASE, Science Citation abstracts, Science Citation Index-Expanded, Biotechnology and Bioengineering abstracts and CPCI-S databases were consulted. Two (2) authors evaluated the articles independently.	The scientific evidence regarding mechanical chest compressions compared to manual compressions is insufficient to conclude that mechanical CPR devices are associated with benefits or damage. The widespread use of devices for mechanical chest compressions during cardiac arrest cannot be recommended based on the evidence found in this systematic literature review.
Perkins et al, 2015	Evaluate whether LUCAS-2 is better than manual CPR to improve survival within 30 days in patients affected who have suffered OHCA.	Randomized controlled Study	418 rescue vehicles participated (147 for the LUCAS-2 group and 271 for the control group, ratio 1: 1.8). The proportion of OHCA in which CPR was performed did not differ between the LUCAS-2 group (1737/4192 patients (41%) and manual CPR (2953/6980 patients (42%).	91 rescue stations and their respective ambulances were selected and the LUCAS-2 and execution with manual chest compressions were assigned randomly with a 1:2 ratio (operators discovered it at the beginning of their shifts during the material check). Rescue personnel were trained on using the LUCAS-2 and have subsequently taken the exam.	This randomized controlled study showed no significant difference between mechanical chest compressions and manual chest compressions. It also highlighted how difficult it is to devise and implement a valid training course for rescue personnel to be used in their daily practice.
Rubertsson et al, 2014	Determine whether treatment with mechanical chest compressions is related to longer survival after 4 hours compared to manual chest compressions in patients affected by OHCA.	Randomized controlled Study	2589 patients (1300 mechanical CPR and 1289 manual CPR) were included in the study, belonging to six (6) emergency services (EMS) in Sweden, the Netherlands and the UK.	A device for mechanical thorax compressions and a randomization envelope were placed in all the ambulances of the six (6) emergency services. In the case of OHCA intervention, manual chest compressions are performed immediately and randomization takes place in a 1:1 ratio. The surviving patients were monitored for 6 months. Staff assigned to ambulances were trained in both mechanical CPR and manual CPR, and subsequently re-trained every 6 months.	Among the adults affected by OHCA, no significant differences were found with respect to 4-hour survival from ROSC among those treated with mechanical CPR and manual CPR. Good neurological outcomes at 6 months were found in both groups. It has therefore been found that in clinical practice, mechanical chest compressions do not lead to an improvement in outcomes compared to manual chest compressions.
Wik et al, 2014	Compare manual CPR integrating mechanical CPR (iA-CPR) with manual CPR alone (M-CPR) to determine equivalence, superiority or inferiority of treatment with mechanical chest compressions in terms of survival to hospital discharge of patients affected by OHCA.	Randomized controlled Study	The study took place in three (3) US and two (2) European environments where 4,231 patients enrolled (2,132 M-CPR; 2,099 iA-CPR).	The assignment of patients to the 2 arms of the study was performed via a randomized block with a 1:1 ratio. Each patient affected by OHCA, before the randomization of the manual chest compressions or the mechanical chest compressions, underwent manual chest compressions.	Compared to a CPR performed by manual chest compressions, mechanical CPR supplemented with manual CPR shows the same survival rate at hospital discharge after having undergone OHCA.

## RISULTATI

Nella meta-analisi di Bonnes L.J. et al<sup>18</sup> vengono inclusi complessivamente venti studi, cinque RCT e quindici di tipo osservazionale. In totale vengono arruolati 21.363 pazienti dei quali 9.391 assegnati al braccio compressioni toraciche meccaniche e 11.972 al braccio RCP manuale. Lo studio degli esiti neurologici favorevoli successivamente alla dimissione ospedaliera (outcome secondario), viene analizzato da sei studi (8.728 pazienti). Il 6% dei pazienti (504/8.728) sopravvivono con esiti neurologici favorevoli, non sono emerse differenze tra RCP meccanica e manuale; RCTs (OR 0.76; 95% CI 0.49-1.17; p=.22) e studi osservazionali (OR 1.04; 95% CI 0.26-4.22; p=.96).

La meta-analisi di Tang L. et al<sup>19</sup>, come obiettivo primario analizza gli esiti neurologici in seguito a manovre rianimatorie in OHCA. Nello studio vengono inclusi cinque RCTs per un totale di 12.510 pazienti arruolati; in particolare quattro studi RCT tengono conto degli esiti neurologici per un totale di 12.058 pazienti. Ne risulta che la RCP con compressioni toraciche meccaniche non ha migliorato significativamente gli esiti neurologici rispetto alla RCP manuale (RR 0.80; 95%CI 0.61-1.04; p=.10; I<sup>2</sup>=65%).

I risultati della revisione sistematica effettuata da Brooks L. et al<sup>15</sup> si discostano dagli studi secondari sopra riportati. L'obiettivo primario mirava ad analizzare la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera con esiti neurologici favorevoli (CPC $\leq$ 2). Sei studi hanno incontrato i criteri di inclusione ma di questi solamente uno studio ha fornito dei dati relativi agli esiti neurologici; comparando le compressioni toraciche meccaniche (3.1%) all'RCP manuale (7.5%) risulta una diminuzione della sopravvivenza alla dimissione con buoni esiti neurologici (p=.006). Il RR è 0.41 (95% CI 0.21-0.79) per la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera con un CPC  $\leq$ 2, che suggerisce un danno causato dalle compressioni toraciche meccaniche.

In tutti gli RCTs presi in considerazione la sopravvivenza con buoni esiti neurologici dei pazienti colpiti da OHCA viene indagata come obiettivo secondario degli studi.

Nello studio di Perkins G.D. et al<sup>20</sup> sono stati arruolati 418 equipaggi di soccorso (147 destinati al gruppo "LUCAS<sup>™</sup>2" e 271 al gruppo controllo; rapporto 1:1.8). La proporzione di OHCA in cui la RCP è stata eseguita non differisce tra gruppo "LUCAS<sup>™</sup>2" (1737/4192 [41%]) e RCP manuale (2953/6980 [42%]). Dai risultati dello studio emerge che il numero di pazienti con esiti neurologici favorevoli (CPC  $\leq$ 2) è inferiore nel gruppo del "LUCAS<sup>™</sup>2" rispetto alla RCP manuale (OR 0.72; 95% CI 0.52-0.99).

Rubertsson S. et al<sup>21</sup> ha incluso nel suo studio 2589 pazienti, di cui 1300 trattati con RCP meccanica e 1289 con RCP manuale. Per quanto riguarda gli esiti neurologici buoni (CPC  $\leq$ 2) alla dimissione dalla Terapia intensiva ( $\Delta$ % 1.18; 95% CI -0.8 a 3.1; p=.25) ed alla dimissione ospedaliera ( $\Delta$ % 0.55; 95% CI -1.5 a 2.6; p=.61), non emergono differenze significative tra i 2 gruppi.

Lo studio di Wik L. et al<sup>22</sup> ha incluso 4231 pazienti (2132 M-CPR e 2099 iA-CPR), considerando gli esiti neurologici alla dimissione come favorevoli quando lo score generato dalla "Modified Rankin Scale" risultava inferiore o uguale a 3 (mRS  $\leq$ 3). Per quanto riguarda i buoni esiti neurologici alla dimissione non risulta una differenza statisticamente significativa tra il gruppo iA-CPR e M-CPR (OR 0.80; 95% CI 0.47-1.37).

## DISCUSSIONE

La letteratura scientifica riporta un cospicuo numero di articoli sulla comparazione dell'efficacia tra compressioni toraciche meccaniche e compressioni manuali nel paziente colpito da OHCA. La revisione della letteratura ha messo in evidenza degli studi secondari recenti, segno che la tematica è di attuale interesse all'interno della comunità scientifica.

Per quanto riguarda la valutazione degli esiti neurologici le variabili sono state analizzate in maniera univoca. Negli studi compresi nel-

## RESULTS

In the meta-analysis by Bonnes L.J. et al<sup>18</sup> a total of 20 studies, 5 RCTs and 15 observational types were included. A total of 21,363 patients enrolled, of which 9,391 were assigned to the mechanical chest compressions and 11,972 to the manual CPR. The study of favourable neurological outcomes after hospital discharge (secondary outcome) was analyzed by 6 studies (8,728 patients). Six percent of patients (504/8,728) survived with favourable neurological outcomes, and there were no differences between the mechanical and manual CPR; RCTs (OR 0.76; 95% CI 0.49-1.17; p=.22) and the observational studies (OR 1.04; 95% CI 0.26-4.22; p=.96).

The meta-analysis of Tang L. et al<sup>19</sup> as a primary objective, analyzed the neurological outcomes following resuscitation procedures in OHCA. Five (5) RCTs were included in the study for a total of 12,510 patients enrolled; in particular, four (4) RCT studies took into account the neurological outcomes for a total of 12,058 patients. As a result, CPR with mechanical chest compressions did not significantly improve neurological outcomes compared to manual CPR (RR 0.80; 95% CI 0.61-1.04; P=.10; I<sup>2</sup>=65%).

The results of the systematic review carried out by Brooks L. et al<sup>15</sup> deviate from the secondary studies reported above. The primary objective was to analyze survival at hospital discharge with favourable neurological outcomes (CPC $\leq$ 2). Six studies have met the inclusion criteria but only one study provided data on neurological outcomes; comparing mechanical chest compressions (3.1%) with manual CPR (7.5%) resulted in a decrease of survival at discharge with good neurological outcomes (p=.006). The RR is 0.41 (95% CI 0.21-0.79) for survival at hospital discharge with a CPC  $\leq$ 2, which suggests damage caused by mechanical chest compressions.

In all RCTs considered, survival with good neurological outcomes of OHCA patients was investigated as a secondary objective of the studies.

In the Perkins G.D. study et al<sup>20</sup> 418 rescue teams were enrolled (147 for the "LUCAS<sup>™</sup> 2" group and 271 for the control group, ratio 1: 1.8). The proportion of OHCA in which CPR was performed did not differ between the "LUCAS<sup>™</sup> 2" group (1737/4192 [41%]) and manual CPR (2953/6980 [42%]). The results of the study show that the number of patients with favourable neurological outcomes (CPC  $\leq$ 2) is lower in the "LUCAS<sup>™</sup> 2" group compared to manual CPR (OR 0.72; 95% CI 0.52-0.99).

Rubertsson S. et al<sup>21</sup> included in his study 2,589 patients, of which 1,300 were treated with mechanical RCP and 1,289 with manual CPR. With regard to good neurological outcomes (CPC  $\leq$ 2) at discharge from intensive care ( $\Delta$ % 1.18; 95% CI -0.8 to 3.1; p=.25) to hospital discharge ( $\Delta$ % 0.55; 95% CI -1.5 a 2.6; p=.61), no significant differences emerged between the 2 groups.

The study of Wik L. et al<sup>22</sup> included 4,231 patients (2,132 M-CPR and 2,099 iA-CPR), and considered the neurological outcomes at discharge as favourable when the score generated by the "Modified Rankin Scale" was less than or equal to 3 (mRS  $\leq$ 3). With regard to good neurological outcomes at discharge there is no statistically significant difference between the iA-CPR group and M-CPR (OR 0.80; 95% CI 0.47-1.37).

## DISCUSSIONS

Scientific literature reports a large number of articles on the comparison of effectiveness between mechanical chest compressions and manual compressions in the patients affected by OHCA. The literature review highlighted recent secondary studies, a sign that the issue is of current interest within the scientific community.

As regards to the evaluation of neurological outcomes, the variables were analysed in an univocal manner. In the studies included in the meta-analysis of Tang L. et al<sup>19</sup> and in the systematic review of



la meta-analisi di Tang L. et al<sup>19</sup> e nella revisione sistematica di Brooks L. et al<sup>15</sup> è stata utilizzata come riferimento la *Cerebral Performance Category scale* (CPC) mentre gli studi compresi nella meta-analisi di Bonnes L.J. et al<sup>18</sup>, oltre alla CPC, hanno utilizzato anche la scala di valutazione *Modified Rankin Scale* (mRS). Gli esiti neurologici risultano favorevoli quando lo strumento CPC genera uno score  $\leq 2$  mentre per la mRS deve emergere uno score  $\leq 3$ . In egual modo, anche gli studi di Perkins G.D. et al<sup>20</sup> e Rubertsson S. et al<sup>21</sup> si sono avvalsi della CPC, mentre Wik L. et al<sup>22</sup> ha optato per l'utilizzo della mRS.

Tra i 3 studi secondari, 2 meta-analisi non hanno dimostrata una differenza statisticamente significativa tra compressioni toraciche meccaniche e manuali in termini di sopravvivenza con esiti neurologici favorevoli, mentre la revisione sistematica ha fatto emergere la possibilità che le compressioni toraciche meccaniche possano essere correlate ad una sopravvivenza con esiti neurologici sfavorevoli (CPC >2).<sup>15, 18, 19</sup> Tale aspetto di peggioramento degli esiti neurologici emerge da un RCT multicentrico del 2006<sup>23</sup> incluso nella revisione sistematica, nel quale si rileva l'importanza dell'avvio tempestivo delle manovre rianimatorie, in particolare delle compressioni del torace, che nel caso dell'RCP meccanica viene avviata in media con 2.1 minuti di ritardo rispetto alla RCP manuale. Inoltre, come ulteriore fattore di confondimento, emerge il fatto che l'eccessiva fiducia del personale di soccorso nei confronti del dispositivo meccanico abbia determinato che siano stati arruolati per l' RCP meccanica anche quei pazienti in OHCA che non presentavano indicazioni alla rianimazione.

A sostegno di quanto affermato da Hallstrom A. et al<sup>23</sup>, un RCT del 2015 schematizzato nella tabella dei risultati<sup>20</sup>, ha rilevato come i pazienti trattati con compressioni toraciche meccaniche abbiano degli esiti neurologici peggiori rispetto a coloro trattati con RCP manuale. Una delle ipotesi avanzate spiegare questo lieve decremento delle condizioni neurologiche, è che l'interruzione della RCP manuale per il posizionamento del dispositivo meccanico possa causare una riduzione della perfusione cardiaca e cerebrale. Inoltre, si sarebbe dovuto tener conto che alcuni pazienti avevano ricevuto dei boli di adrenalina durante la RCP, che può aumentare l'instabilità cardiaca e compromettere il microcircolo cerebrale.<sup>24, 25</sup>

Le 2 meta-analisi risultano essere gli studi più ampi e completi pubblicati negli ultimi 5 anni. Il più recente analizza 5 RCT e 15 studi osservazionali. Per gli esiti neurologici alla dimissione non emerge una differenza statisticamente significativa tra compressioni toraciche meccaniche e RCP manuale.<sup>18</sup>

Risultati concordanti sono emersi dalla meta-analisi di Tang L. et al<sup>19</sup> nella quale vengono analizzati 5 RCT che non rivelano una differenza statisticamente significativa tra RCP meccanica e RCP manuale, in linea con la più recente meta-analisi di Bonnes J.L. et al<sup>18</sup>, ma viene sottolineato che 4 dei trials inclusi siano stati sponsorizzati dalle aziende che producono i dispositivi meccanici per le compressioni meccaniche del torace.

Rientrano nel conflitto di interessi, sopra evidenziato, 2 studi inclusi nella revisione della letteratura<sup>21, 22</sup>, tuttavia risulta interessante come, seppur espressamente finanziati dalle case produttrici di dispositivi per RCP meccanica, non emerga una differenza statisticamente significativa tra compressioni toraciche meccaniche e manuali in termini di miglioramento degli esiti neurologici.

#### LIMITI DELLA REVISIONE

Le meta-analisi individuate e schematizzate nella tabella dei risultati<sup>18, 19</sup>, hanno rilevato un'eterogeneità significativa relativamente al outcome esiti neurologici in seguito all'utilizzo dei dispositivi per compressione meccanica del torace; in entrambi i casi è emerso un Test di Higgins ( $I^2$ ) >50%. Tale valore suggerisce che, attualmente, gli studi potrebbero essere eterogenei tra loro a causa delle differenti modalità di conduzione ed alla qualità metodologica con cui sono stati

Brooks L. et al,<sup>15</sup> the Cerebral Performance Category scale (CPC) was used as reference, while the studies included in the meta-analysis by Bonnes L.J. et al,<sup>18</sup> also used the Modified Rankin Scale (mRS) rating scale, in addition to the CPC. Neurological outcomes were favourable when the CPC instrument generates a score  $\leq 2$  while for the mRS a score  $\leq 3$  must emerge. In the same way, the studies of Perkins G.D. et al<sup>20</sup> and Rubertsson S. et al<sup>21</sup> also used the CPC, while Wik L. et al<sup>22</sup> opted for the use of mRS.

The 3 secondary studies and the 2 meta-analyses did not demonstrate a statistically significant difference between mechanical and manual thoracic compressions in terms of survival with favourable neurological outcomes, while the systematic review revealed the possibility that mechanical chest compressions may be related to survival with unfavourable neurological outcomes (CPC > 2).<sup>15, 18, 19</sup> The worsening of neurological outcomes emerges from a multicenter RCT of 2006<sup>23</sup> included in the systematic review, in which the importance of the timely start of resuscitation procedures is noted, especially chest compressions, which in the case of mechanical CPR is started on average with a 2.1 minute delay compared to manual CPR. Moreover, as a further confounding factor, the fact that the excessive trust given by the rescue personnel to the mechanical device has determined that those patients affected by OHCA who had no indications for resuscitation were enlisted for mechanical RCP.

In support of Hallstrom A. et al,<sup>23</sup> a 2015 RCT summarized in the table's results,<sup>20</sup> found that patients treated with mechanical chest compressions have worse neurological outcomes than those treated with manual CPR. One of the advanced hypotheses explaining this slight decrease in neurological conditions is that the interruption of manual CPR for the placement of the mechanical device may cause a reduction in cardiac and cerebral perfusion. Furthermore, it should be taken into account that some patients had received adrenaline boluses during CPR, which may increase cardiac instability and compromise cerebral microcirculation.<sup>24, 25</sup>

The 2 meta-analyses turned out to be the most extensive and complete studies published in the last five years. The most recent analyzes 5 RCTs and 15 observational studies. For neurological outcomes at discharge, there is no statistically significant difference between mechanical thoracic compressions and manual CPR.<sup>18</sup>

The concordant results emerged from the meta-analysis of Tang L. et al<sup>19</sup> in which 5 RCTs were analysed that do not reveal a statistically significant difference between mechanical RCP and manual CPR, in line with the most recent meta-analysis of Bonnes J.L. et al,<sup>18</sup> but emphasizes that 4 of the included trials had been sponsored by companies that produce mechanical devices for mechanical chest compressions.

Included in the conflict of interest highlighted above, are 2 studies included in the review of the literature.<sup>21, 22</sup> However, although expressly financed by the manufacturers of mechanical CPR devices, it is interesting to note that there is no statistically significant difference between the mechanical and manual thoracic compressions in terms of improvement of neurological outcomes.

#### LIMITS OF THE REVIEW

The meta-analyses identified and summarized in the results of the table,<sup>18, 19</sup> revealed significant heterogeneity with respect to the outcome of neurological outcomes following the use of devices for mechanical compression of the thorax; in both cases a Higgins Test ( $I^2$ ) > 50% emerged. This value suggests that at present, the studies could be heterogeneous between them because of the different ways of conducting and the methodological quality with which the individ-



strutturati i singoli studi. Nello specifico, dai grafici delle meta-analisi si può notare come la numerosità campionaria degli studi considerati non sia omogenea.

Inoltre nella meta-analisi di Bonnes J.L. et al<sup>18</sup>, e nella revisione sistematica della Cochrane Library<sup>15</sup> non viene specificata l'età dei pazienti nei criteri di inclusione per la selezione degli studi.

Un ulteriore limite può essere identificato negli outcomes definiti dai singoli studi. Nella letteratura secondaria analizzata, 2 studi<sup>15,19</sup> definiscono come outcome primario la sopravvivenza con esiti neurologici favorevoli dei pazienti colpiti da OHCA, mentre una sola meta-analisi<sup>18</sup> considera il medesimo indicatore come uno degli outcomes secondari. Nel caso degli RCT, la sopravvivenza con esiti neurologici favorevoli è stata studiata come outcome secondario e questo può essere considerato un fattore di confondimento in quanto la potenza dei singoli studi viene calcolata in base al outcome primario.<sup>20-22</sup>

## CONCLUSIONI

Dall'analisi delle recenti evidenze scientifiche, non emerge che l'utilizzo dei dispositivi meccanici per la compressione del torace abbia un'efficacia maggiore rispetto alla RCP manuale in termini di sopravvivenza con esiti neurologici favorevoli nei pazienti colpiti da OHCA. Pertanto, la compressione meccanica del torace non dovrebbe essere vista come alternativa alle compressioni manuali ma potrebbe essere un'efficace strategia per l'esecuzione corretta della RCP in presenza di condizioni particolari ed in specifici contesti operativi.

ual studies were structured. Specifically, from the graphs of the meta-analyses we can see how the sample size of the studies considered is not homogeneous.

Moreover, in the meta-analysis by Bonnes J.L. et al,<sup>18</sup> and in the systematic review of the Cochrane Library,<sup>15</sup> the age of patients in the inclusion criteria for the selection of studies is not specified.

An additional limitation can be identified in the outcomes defined by the individual studies. In the secondary literature analyzed, 2 studies<sup>15,19</sup> defined as primary outcome, the survival with favourable neurological outcomes of patients affected by OHCA, while a single meta-analysis<sup>18</sup> considers the same indicator as one of the secondary outcomes. In the case of RCTs, survival with favourable neurological outcomes has been studied as a secondary outcome and this can be considered a confounding factor because the power of individual studies is calculated based on the primary outcome.<sup>20-22</sup>

## CONCLUSIONS

From the analysis of recent scientific evidence, it does not appear that the use of mechanical devices for chest compression is more effective than manual CPR in terms of survival with favourable neurological outcomes in patients affected by OHCA. Therefore, the mechanical compression of the thorax should not be seen as an alternative to manual compression but could be an effective strategy for the correct execution of CPR under certain conditions and in specific operational contexts.

## BIBLIOGRAFIA

- BERDOWSKI J, BERG R, TUSSEN J, KOSTER R. *Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies*. Resuscitation. 2010; 81(11):1479-87.
- ATWOOD C, EISENBERG M, HERLITZ J, REA T. *Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe*. Resuscitation. 2005; 67(1):75-80.
- SOAR J, NOLAN J, BÖTTIGER B, PERKINS G, LOTT C, CARLI P, ET AL. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support*. Resuscitation. 2015;100-147.
- NEUMAR R, SHUSTER M, CALLAWAY C, GENT L, ATKINS D, BHANJI F, ET AL. *Part 1: Executive Summary 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. Circulation. 2015; 132(18):S315-S367.
- VADEBONCOEUR T, STOLZ S, PANCHAL A, SILVER A, VENUZI M, TOBIN J, ET AL. *Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest*. Resuscitation. 2014; 85(2):182-188.
- KRÄRUP N, TERKELSEN C, JOHNSEN S, CLEMMENSEN P, OLIVECRONA G, HANSEN T, ET AL. *Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest is hampered by interruptions in chest compressions – a nationwide prospective feasibility study*. Resuscitation. 2011; 82(3):263-269.
- FOO N, CHANG J, SU S, LIN H, CHEN K, CHENG C, ET AL. *A stabilization device to improve the quality of cardiopulmonary resuscitation during ambulance transportation: A randomized crossover trial*. Resuscitation. 2013; 84(11):1579-1584.
- ØDEGAARD S, OLASVEEN T, STEEN P, KRAMER-JOHANSEN J. *The effect of transport on quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest*. Resuscitation. 2009; 80(8):843-848.
- PUTZER G, BRAUN P, ZIMMERMANN A, PEDROSS F, STRAPAZZON G, BRUGGER H, ET AL. *LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue – a prospective, randomized, cross-over manikin study*. Am J Emerg Med. 2013; 31(2):384-389.
- REHATSCHKE G, MUENCH M, SCHENK I, DITTRICH W, SCHEWE J, DIRK C, ET AL. *Mechanical LUCAS resuscitation is effective, reduces physical workload and improves mental performance of helicopter teams*. Minerva anesthesiol. 2016; 82(4):429-437.
- GÄSSLER H, VENTZKE M, LAMPL L, HELM M. *Transport with ongoing resuscitation: a comparison between manual and mechanical compression*. Emerg Med J. 2013; 30(7):589-592.
- FOX J, FIECHTER R, GERSTL P, URL A, WAGNER H, LÜSCHER T, ET AL. *Mechanical versus manual chest compression CPR under ground ambulance transport conditions*. Acute Card Care. 2013; 15(1):1-6.
- BLOM M, BEESMANS S, HOMMA P, ZIJLSTRA J, HULLEMAN M, HOEIJEN D, ET AL. *Improved Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest and Use of Automated External Defibrillators*. Circulation. 2014; 130(21):1868-1875.
- HÜPFL M, SELIG H, NAGELE P. *Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis*. Lancet. 2010; 376(9752):1552-1557.
- BROOKS S, HASSAN N, BIGHAM B, MORRISON L. *Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest* *Cochrane Database Syst Rev.*. 2014 27;(2):CD007260
- SMEKAL D, LINDGREN E, SANDLER H, JOHANSSON J, RUBERTSSON S. *CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS™ device: a multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation*. Resuscitation. 2014; 85(12):1708-1712.

17. TRANBERG T, LASSEN J, KALTOFT A, HANSEN T, STENGAARD C, KNUDSEN L, ET AL. *Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of a mechanical chest compression device, LUCAS-2: a prospective, observational study.* *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2015;(22):23-37.
18. BONNES J, BROUWER M, NAVARESE E, VERHAERT D, VERHEUGT F, SMEETS J, ET AL. *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.* *Ann Emerg Medicine.* 2016; 67(3):349-360.
19. TANG L, GU W, WANG F. *Mechanical versus manual chest compressions for out-of-hospital cardiac arrest: a meta-analysis of randomized controlled trials.* *Sci Rep.* 2015; 5:15635
20. PERKINS G, LALL R, QUINN T, DEAKIN C, COOKE M:HJ, LAMB S, ET AL. *Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial.* *Lancet.* 2015; 385(9972):947-955.
21. RUBERTSSON S, LINDGREN E, SMEKAL D, ÖSTLUND O, SILFVERSTOLPE J, LICHTVELD R, ET AL. *Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the LINC randomized trial.* *Jama.* 2014; 311(1):53-61.
22. WIK L, OLSEN J, PERSSE D, STERZ F, LOZANO M, BROUWER M, ET AL. *Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial.* *Resuscitation.* 2014; 85(6):741-748.
23. HALLSTROM A, REA T, SAYRE M, CHRISTENSON J, ANTON A, MOSESSO V, ET AL. *Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial.* *Jama.* 2006; 295(22):2620-2628.
24. PERKINS GD, COTTRELL P, GATES S. *Is adrenaline safe and effective as a treatment for out of hospital cardiac arrest?* *BMJ.* 2014; 348.
25. DUMAS F, BOUGOUIN W, GERI G, LAMHAUT L, BOUGLE A, DAVIAUD F, ET AL. *Is epinephrine during cardiac arrest associated with worse outcomes in resuscitated patients?* *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(22):2360-2367.

## ERRATA CORRIGE

La presente tabella 4 sostituisce quella pubblicata a pagina 10 dell'articolo:

Ramacciati N, De Angelis A, Bernardini I, Ceccagnoli A, Ontari G, Grassini C, Urli S, Pagnotta M, Marinelli M, Pioppo M.

**Testing operativo del deflussore a gravità Intrafix® SafeSet.** SCENARIO 2017; 34 (1): 4-12

**Tabella 4. Valutazione complessiva del deflussore Intrafix® Safe Set**

Domande	Scala	M (DS)	Me
ha notato la presenza di aria all'interno del deflussore di riferimento?	A	2.62 (.43)	3
ritiene che la membrana PRIME STOP presente al termine del circuito migliori la gestione della terapia?	B	2.83 (.44)	3
utilizzando il deflussore di riferimento ha constatato una diminuzione dello stress venoso?	B	2.35 (.63)	2
ha riscontrato un miglioramento nella gestione della terapia infusione grazie alla membrana AIR STOP?	C	2.78 (.47)	3
ritiene che il deflussore di riferimento può portare ad un risparmio di tempo assistenziale?	C	2.78 (.50)	3
ritiene che il deflussore di riferimento garantisca una maggiore sicurezza per l'operatore, evitando al minimo i contatti con fluidi biologici?	C	2.79 (.46)	3

Scale A: 1=si; 2=a volte; 3=mai

Scale B: 1=non d'accordo; 2=parzialmente d'accordo; 3=d'accordo

Scale C: 1=no; 2=parzialmente; 3=sì

**Table 4. Perception of the Intrafix® Safe Set infusion device**

Items	Scale letter	M (SD)	Me
did you see air inside the new infusion device?	A	2.62 (.43)	3
does the PRIME STOP filter membrane at the end of the circuit make therapy easier to manage?	B	2.83 (.44)	3
was there a decrease in venous stress while using the new infusion device?	B	2.35 (.63)	2
did the AIR STOP membrane improved the infusion management?	C	2.78 (.47)	3
do you believe the new infusion set saves care time?	C	2.78 (.50)	3
do you believe that the new infusion set improves safety for the operator by minimizing contact with bodily fluids?	C	2.79 (.46)	3

Scale A: 1=yes; 2=sometimes; 3=never

Scale B: 1=don't agree; 2=partially agree; 3=agree

Scale C: 1=no; 2=partially; 3=yes