



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Di Medicina e Chirurgia

Corso di Laurea Triennale in Infermieristica

ARRESTO CARDIOCIRCOLATORIO EXTRAOSPEDALIERO: SCELTA
DELL'APPROCCIO VASCOLARE

Relatore

Prof. Bianchin Andrea

Correlatore

Inf. Gambarotto Manuel

Laureando
Andrea Camillo
n° matricola 1128547

Anno Accademico 2023/2024

ABSTRACT

BACKGROUND

Il fattore tempo nelle emergenze extraospedaliere è fondamentale per il posizionamento di un accesso venoso non sempre facilmente reperibile; circa dagli anni '20 siamo in possesso di un dispositivo che l'infermiere può utilizzare come valida alternativa per reperire, partendo da un sito osseo, un accesso vascolare efficace per la somministrazione di liquidi e farmaci.

L'utilizzo dell'accesso intraosseo ad oggi è ben consolidato all'interno del protocollo dell'Advance Life Support nel paziente pediatrico come nel paziente adulto.

OBIETTIVO

Una comprensione migliore dell'accesso intraosseo viene elaborata consultando le recenti evidenze scientifiche; nei contesti di emergenza verrà comparata all'accesso venoso periferico ovvero l'evidenza più utilizzata a livello italiano. All'interno del progetto viene esaminata la casistica dell'arresto cardiaco extraospedaliero e vedremo cosa vuol dire utilizzare l'accesso vascolare intraosseo in termini di velocità della procedura, efficacia del catetere osseo per la somministrazione di farmaci e liquidi, ed infine alcuni outcome clinici associati al suo utilizzo. Una parentesi fondamentale sarà legata alla formazione del personale che si ritiene di primaria importanza per lo sviluppo e l'accrescimento della professione infermieristica.

METODI

Per la stesura della tesi è stata effettuata una revisione della bibliografica sui database di letteratura scientifica PubMed e CINAHL. I limiti imposti alla ricerca sono state le pubblicazioni in inglese e/o italiano e reperibili in Full-text; gli articoli sono stati selezionati partendo dal 2010.

RISULTATI

L'analisi della letteratura dimostra come l'utilizzo dell'accesso intraosseo, nella gestione degli arresti cardiaci extraospedalieri, sia una tecnica molto diffusa ed in continuo sviluppo. L'approccio vascolare alla persona viene definito seguendo criteri fisici, clinici e temporali affinché si possa gestire l'emergenza con più efficacia; infatti, sarà competenza degli operatori selezionare la via di somministrazione per farmaci e liquidi più adeguata. Viene definito di primaria importanza il recupero di un accesso vascolare nel minor tempo possibile, sia esso per via endovenosa o con tecnica intraossea. La diminuzione della tempistica di azione sulla persona risulta di vitale importanza per aumentare le chance di sopravvivenza.

Parole chiave: Intraosseous access, Intravenous access, Cardiac arrest, Out-of-Hospital.

INDICE

1) Introduzione.....	pag.1
1.1) Arresto Cardiocircolatorio.....	pag.4
1.2) Fisiopatologia.....	pag.5
1.3) Ritmi dell'arresto.....	pag.5
1.4) Epidemiologia.....	pag.7
2) Materiali e metodi	
2.1) Obiettivo di ricerca.....	pag.9
2.2) Quesito di ricerca.....	pag.9
2.3) Strategie di ricerca.....	pag.10
2.4) Flowchart di ricerca.....	pag.12
2.5) Criteri di inclusione.....	pag.13
2.6) Criteri di esclusione.....	pag.13
3) Accesso Intraosseo	
3.1) Cenni storici.....	pag.15
3.2) Anatomia ossea.....	pag.17
3.3) Dispositivi attualmente disponibili.....	pag.19
3.4) Applicazioni accesso intraosseo.....	pag.22
3.5) Siti di accesso.....	pag.23
3.6) Controindicazioni.....	pag.24
3.7) Complicanze.....	pag.25
3.8) Formazione del personale.....	pag.26

4) Discussione e Risultati

Discussione.....pag.29

Risultati.....pag.33

Conclusioni.....pag.33

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

La gestione delle casistiche di “urgenza” ed “emergenza” nell’ambito extraospedaliero rappresenta una parte fondamentale dell’assistenza sanitaria. Si parla di “urgenza” nel caso in cui la condizione patologica può avere un’evoluzione nell’arco di alcune ore, se non giorni; mentre; per “emergenza” si intende una condizione patologica ad insorgenza improvvisa che possa mettere in pericolo di vita il paziente, con un’evoluzione nell’arco di pochi minuti se non si riceve un corretto trattamento. Nei casi di emergenza-urgenza è fondamentale erogare un’assistenza quanto più tempestiva e di qualità per condizionare il risultato, sia in termini di perdite di vite umane, sia per altri aspetti successivi al trattamento, come minor durata dell’ospedalizzazione ed esiti invalidanti secondari alla condizione patologica. I pazienti che vengono trattati nei contesti di urgenza ed emergenza vengono definiti critici proprio per la possibilità di una rapida alterazione del quadro clinico e per questo necessitano di un’assistenza ad alta intensità. In ambito extraospedaliero la definizione di priorità diventa fondamentale per la gestione del paziente critico e dell’ambiente che lo circonda per la diversità di ogni scenario; si possono descrivere una quantità di variabili molto ampia partendo semplicemente dalla condizione patologica del soggetto, passando per le varianti ambientali come ad esempio le condizioni meteo oppure si possono osservare diversi approcci per interventi in montagna o in una spiaggia o per strada, ed infine le variabili legate ai familiari del paziente e dai fattori interni al professionista sanitario (ad esempio: emozioni, competenze, conoscenze, etc..) che si avvicina alla situazione di criticità. Diventa quindi importante valutare l’insieme dell’emergenza per determinare l’approccio che il professionista sanitario utilizzerà per la gestione di condizioni di urgenza-emergenza.

L’elaborato prende in esame la letteratura relativa al confronto tra accesso intraosseo ed accesso endovenoso con l’obiettivo di identificare quale possa diventare la scelta primaria nell’approccio vascolare in condizioni di arresto cardiaco in ambiente extraospedaliero, per la somministrazione rapida di liquidi e farmaci,

ponderando le possibili complicanze a breve e lungo termine, così come i possibili vantaggi derivanti dall'utilizzo dalla scelta dell'accesso vascolare.

Calibrare le proprie decisioni anche nella scelta dell'approccio vascolare risulta di vitale importanza per la gestione dell'emergenza, complicata da un'ampia varietà di fattori esterni o legati al professionista sanitario. Il riferimento principale al quale fare affidamento sono le recenti linee guida relative alla gestione dell'arresto cardiocircolatorio prodotte da European Resuscitation Council (ERC) del 2021 in vigore fino ad una futura revisione nel 2025; all'interno delle quali viene riportato: *"In accordo con ILCOR, ERC raccomanda di tentare in primo luogo l'accesso venoso per consentire la somministrazione di farmaci in adulti in arresto cardiaco. L'accesso intraosseo può essere preso in considerazione laddove sia impossibile ottenere un accesso endovenoso negli adulti in arresto cardiaco (pag.46)."* (Soar et al., 2021)

L'accesso intraosseo nell'assistenza a livello italiano è poco conosciuto e poco utilizzato, ma negli ultimi decenni si continua il monitoraggio e lo studio del suo utilizzo soprattutto come seconda scelta dopo l'accesso venoso periferico. Nell'elaborato viene indagato quale approccio vascolare permette all'infermiere di reperire un accesso per infondere farmaci e liquidi nel minor tempo possibile e con la sicurezza dell'efficacia del metodo utilizzato. Nell'arresto cardiocircolatorio l'elemento principale è il tempo che trascorre tra l'evento cardine (e quindi l'arresto cardiaco) e il momento in cui viene somministrato il primo farmaco. La sequenza di eventi che intercorre tra la chiamata di emergenza e la somministrazione del farmaco è legata alla preparazione degli operatori, dal viaggio che gli operatori devono affrontare per arrivare sulla scena dell'evento, il posizionamento dell'accesso vascolare adeguato e la preparazione del farmaco. La scelta del corretto approccio vascolare ha una base di competenze e conoscenza acquisite con la formazione, le quali consentono all'infermiere di poter erogare la migliore assistenza possibile alla persona; definendo le possibili complicanze legate alla procedura ed alla gestione dell'accesso vascolare e sfruttando i punti di forza che derivano dalla scelta di un determinato accesso vascolare rispetto ad un altro, l'infermiere eroga un'assistenza la più efficace possibile, operando secondo le evidenze più aggiornate.

Lo scopo nella gestione degli arresti cardiaci in ambiente extraospedaliero è il raggiungimento della ripresa spontanea del circolo (ROSC), seguito da esiti secondari quali la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera e la definizione dell'esito neurologico secondario all'evento. Attraverso la disamina degli articoli ho cercato di valutare quale sia il miglior approccio vascolare per la gestione delle situazioni di arresto cardiaco in ambiente extraospedaliero (OHCA).

1.1) ARRESTO CARDIOCIRCOLATORIO

L'arresto cardiaco è la cessazione dell'attività cardiaca meccanica con conseguente assenza di circolazione del flusso sanguigno; l'interruzione del flusso di sangue verso gli organi vitali comporta una privazione dell'ossigeno.

L'eziologia dell'arresto cardiocircolatorio nel paziente adulto è caratterizzata da una ampia casistica di malattie cardiache suddivisa in sindromi coronariche acute (SCA) e patologie cardiovascolari sottostanti. L'approfondimento delle malattie cardiache ha evidenziato come ci siano diverse patologie: ne fanno parte le cardiomiopatie (dilatativa, aritmogena, ipertrofica) le quali inducono una riduzione dell'efficacia contrattile del muscolo cardiaco; le cardiopatie congenite e malformazioni strutturali che si sviluppano già alla nascita ed interessano l'apparato cardiovascolare; le aritmie correlate a malattie ischemiche e congenite che comportano alterazioni nella trasmissione degli impulsi elettrici.

Le malattie cardiache non vengono identificate come unica causa di arresto cardiaco. Infatti, si possono identificare patologie non cardiache come responsabili dello sviluppo della condizione di arresto cardiaco; la presenza di uno stato di shock (sia esso ipovolemico, cardiogeno, ostruttivo o distributivo), l'insufficienza respiratoria ed i disturbi metabolici (una percentuale maggiore è stata registrata per l'intossicazione da farmaci). L'approfondimento delle malattie non cardiache ha evidenziato quali siano le patologie che non trattate si evolvono verso l'arresto cardiaco: la presenza di embolia polmonare, emorragie gastrointestinali, pneumotorace iperteso e l'insufficienza respiratoria (anossia cerebrale; eventi ischemici; ostruzione delle vie aeree; intossicazione da farmaci in particolar modo oppiacei o benzodiazepine).

1.2) FISIOPATOLOGIA

L'arresto cardiocircolatorio è la fase finale (end stage) dello sviluppo di alcune condizioni patologiche. La fisiopatologia dell'arresto può partire da una situazione di insufficienza cardiocircolatoria, ovvero l'incapacità del cuore di garantire una perfusione ad organi e apparati causata da alterazioni dell'attività elettrica e di pompa (con eziologia di tipo cardiogeno) oppure da deficit di volume (con eziologia di tipo volemico). Un secondo gruppo riguarda lo scompenso cardiaco distinto in primitivo (infarto miocardico acuto IMA, aritmie, miocarditi, cardiomiopatie, valvulopatie) e secondario (gravi tachiaritmie e bradiritmie, sovraccarico di pressione o volume, versamenti). Ed infine un terzo gruppo nel quale si osserva uno scompenso circolatorio con l'inadeguato ritorno venoso per deficit volemico (disidratazione, emorragie, ustione ed altre casistiche) o per vasodilatazione, anafilassi, sepsi, shock o per ostacolo del ritorno venoso come nei casi di pneumotorace.

1.3) RITMI DI ARRESTO

Nel contesto dell'arresto cardiocircolatorio, i ritmi cardiaci possono essere classificati in due categorie principali: ritmi defibrillabili e ritmi non defibrillabili. La distinzione è cruciale per determinare l'approccio terapeutico appropriato. L'unico trattamento efficace per i ritmi defibrillabili viene considerato la defibrillazione elettrica, ma con la presenza di un protocollo ALS, è possibile integrare la somministrazione di farmaci e liquidi combinando gli effetti.

RITMI DEFIBRILLABILI

Sono identificati come i ritmi di arresto più frequenti in ambito extraospedaliero (70%-90%).

Il primo ritmo defibrillabile è la fibrillazione ventricolare (FV), indotta da un ritmo cardiaco disorganizzato e caotico che origina dai ventricoli. È caratterizzata da un'attività elettrica irregolare che si manifesta con una forma d'onda irregolare; i

complessi QRS non sono riconoscibili e si denota una frequenza e ampiezza anomale.

Il secondo ritmo defibrillabile viene definito Tachicardia Ventricolare senza polso (TV senza polso), indotta da un'aritmia ipercinetica ad alta frequenza (180-250 bpm) associata ad assenza di polso palpabile. In questo caso potrebbero svilupparsi fibrillazione ventricolare ed arresto cardiaco.

RITMI NON DEFIBRILLABILI

I ritmi non defibrillabili sono: Asistolia e Attività elettrica senza polso (PEA).

L'asistolia è caratterizzata da un'onda, rilevata con l'elettrocardiogramma, per definizione "piatta"; ovvero l'assenza di attività elettrica a livello cardiaco.

L'Attività elettrica senza polso (PEA) si associa un collasso circolatorio nel quale permane un residuo di attività elettrica; l'onda risultante dell'elettrocardiogramma risulta particolare in quanto è possibile scambiare per un ritmo con polso.

1.4 EPIDEMIOLOGIA

L'arresto cardiaco è una delle cause di morte più frequenti a livello mondiale. In America e nell'Europa Occidentale le percentuali registrate oscillano tra 15% e 20% con una corrispondenza di circa 350000 individui ogni anno (circa 1000 individui al giorno); queste casistiche rientrano in un gruppo ampio definito da eventi cardiovascolari con una percentuale del 50% dei casi. Come viene descritto dalle linee guida dell'European Resuscitation Council (2021) è stato istituito un Registro Europeo Cardiaco (European Registry of Cardiac Arrest, EuReCa) a cui hanno preso parte 29 Paesi dell'Unione Europea.

Il progetto EuReCa nasce nel 2007 con lo scopo di raccogliere informazioni sugli arresti cardiaci ed analizzarne la gestione da parte dei vari sistemi EMS (Emergency Medicine Services) in ogni Paese aderente al progetto. Grazie ad un continuo sviluppo ed aggiornamento il progetto si è evoluto dando vita ad EuReCa ONE ed EuReCa TWO che hanno permesso di ottenere una panoramica più completa sul quadro generale Europeo per il monitoraggio degli arresti cardiaci e la loro gestione da parte dei servizi di emergenza di ogni Paese coinvolto.

(Gräsner et al., 2021) "L'incidenza annuale dell'arresto cardiaco extraospedaliero (OHCA) è tra 67 e 170 casi ogni 100000 abitanti; la rianimazione viene tentata o portata avanti dal personale EMS in circa il 50-60% dei casi (pag.6)."

Tra i vari Paesi si possono evidenziare alcune differenze nei tassi di incidenza dell'arresto cardiaco in quanto ogni Paese mantiene una propria linea culturale e religiosa sull'idea della salute, della gestione della malattia e del fine vita. In termini statistici il numero di arresti cardiaci documentati potrebbe essere molto inferiore rispetto al numero totale proprio per la motivazione culturale di ogni Paese; infatti, alcuni soggetti potrebbero non affidarsi al supporto dei servizi di emergenza in quanto si affronta questo aspetto della vita in modi differenti. Inoltre, una seconda motivazione per la quale non c'è un intervento dei servizi di emergenza comprende la possibilità che il soggetto fosse già dichiarato morto o abbia espresso esplicitamente di non procedere con la rianimazione (Do Not Attempt Cardipolmonary Resuscitation, DNACPR).

CAPITOLO 2: MATERIALI e METODI

2.1 OBIETTIVO DI RICERCA

La ricerca si pone come obiettivo di indagare la letteratura in merito alla scelta della via di accesso vascolare più efficace durante il trattamento dell'arresto cardiaco in ambiente extraospedaliero. Lo scopo è quello di comprendere se l'utilizzo dell'accesso vascolare intraosseo sia una via di somministrazione per farmaci e liquidi maggiormente efficace della via vascolare endovenosa riportata come prima soluzione dalle linee guida attuali.

2.2 QUESITI DI RICERCA

- L'accesso vascolare intraosseo può essere definito una via di somministrazione efficace per la gestione dell'arresto cardiaco?
- Come l'accesso intraosseo influisce sulla sicurezza dei pazienti?
- L'accesso vascolare intraosseo può essere considerato una via primaria per la gestione dell'arresto cardiaco in ambito extraospedaliero?
- È possibile diminuire i tempi d'intervento con la scelta dell'accesso intraosseo come soluzione primaria?

Tabella I - PICO

P	Pazienti adulti con arresto cardiaco extraospedaliero
I	Scelta dell'accesso vascolare adatto e riduzione dei tempi di intervento sul paziente
C	Confronto degli interventi infermieristici con accesso vascolare endovenoso periferico
O	Scelta dell'accesso vascolare adatto ed ottenimento di migliori outcome

2.3 STRATEGIE DI RICERCA

La ricerca bibliografica è stata condotta consultando le seguenti banche dati: PubMed e CINAHL Complete. Le parole chiave, abbinate agli operatori Booleani “AND” e “NOT”, hanno permesso di creare le stringhe di ricerca. Le parole chiave identificate sono: “Intraosseous access”, “Cardiac arrest”, “Out-of-hospital”, “Intravenous access”, con l’esclusione del termine “Pediatric”.

Dalla ricerca bibliografica sono stati esclusi articoli non coerenti con i quesiti di ricerca e tutti gli studi che non fossero disponibili in full text o non raggiungibili gratuitamente. Per la stesura della tesi sono state consultate anche le linee guida dell’European Resuscitation Council (ERC) del 2021 e dell’American Heart Association (AHA) del 2020. Si segnala la presenza di un articolo antecedente al termine della ricerca temporale (2009), aggiunto in quanto allegato ad uno studio primario.

Per la formulazione della stringa di ricerca è stato necessario combinare le parole chiave attraverso l’utilizzo degli operatori booleani AND e OR. La ricerca è stata effettuata con termini liberi. L’ultima revisione della letteratura è stata effettuata in data 16-01-2024.

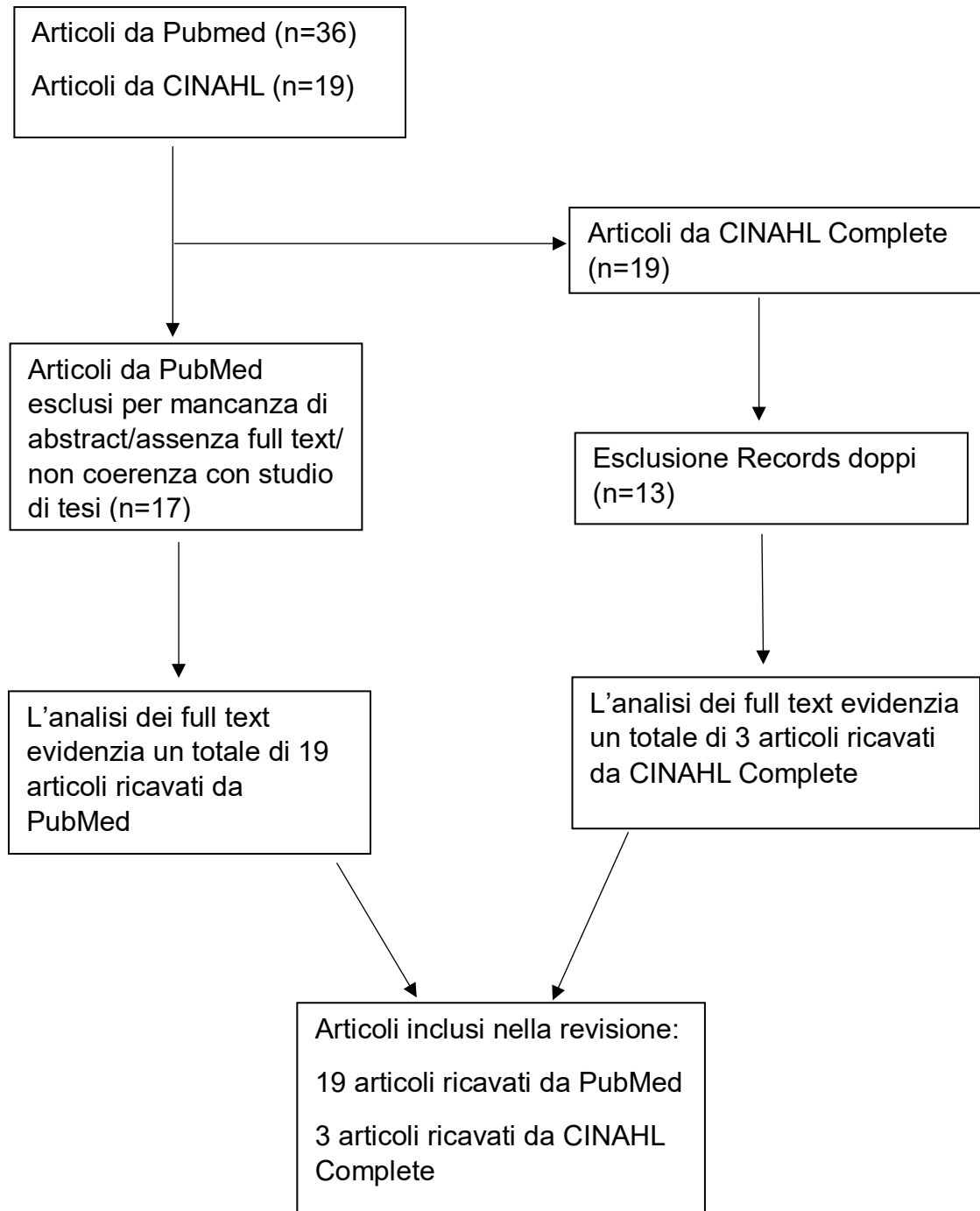
Banca Dati	MESH	Articoli reperiti	Articoli selezionati	Filtro Temporale
PUBMED	(Intraosseous access) AND (arrest cardiac) AND (out of hospital) AND (intravenous access) NOT (pediatric)	36	19	2010-2024
CINAHL	(Intraosseous access) AND (arrest cardiac) AND (out of hospital) AND (intravenous access) NOT (pediatric)	19	3	2010-2024

Tabella II – Stringhe di ricerca

La selezione dei record è avvenuta seguendo il metodo PRISMA, attraverso 4 fasi:

- Identificazione studi con ricerca all'interno delle banche dati PubMed e CINAHL Complete, rimozione degli articoli duplicati.
- Revisione dei titoli e degli abstract;
- Valutazione dei full text degli articoli;
- Lettura dei full text per gli articoli inclusi all'interno della revisione.

2.4 FLOWCHART RICERCA



2.5 CRITERI DI INCLUSIONE

- Articoli pubblicati negli ultimi dieci anni;
- Articoli con presenza di full text raggiungibile gratuitamente;
- Coerenza con i quesiti di ricerca;
- Gestione dell'arresto cardiaco in ambiente extraospedaliero con interventi esclusivamente infermieristici;
- Analisi di risultati ottenuti attraverso studi per il confronto tra gli accessi vascolari prescelti;

2.6 CRITERI DI ESCLUSIONE

- Non pertinenza ai quesiti di ricerca;
- Presenza di accessi vascolari non trattati nella revisione;
- Studi ancora in corso di elaborazione, non conclusi;
- Studi focalizzati sulla gestione dei farmaci durante l'arresto cardiaco;

CAPITOLO 3: ACCESSO INTRAOSSEO

3.1 CENNI STORICI

L'accesso intraosseo trovò le sue prime applicazioni durante gli anni trenta e quaranta nell'ambito del soccorso militare (gli anni della Seconda guerra mondiale sono stati un'occasione per l'utilizzo della tecnica). L'episodio principe nel quale fu dimostrata l'efficacia del posizionamento di un accesso intraosseo fu quando il pilota militare Dinker nel 1922, assieme ad alcuni compagni, effettuarono un'infusione di liquidi attraverso un ago posizionato all'interno dello sterno. Successivamente nei decenni seguenti la nascita dei cateteri venosi composti da materiali sintetici perse il sopravvento come approcci vascolari di prima scelta nell'assistenza.

L'American Heart Association (AHA) nel 1986 approvò la via di somministrazione intraossea nella gestione del paziente critico pediatrico segnando così un momento importante nella scelta dell'approccio vascolare per il trattamento in area critica. La scelta di implementare questa soluzione nella gestione del paziente critico con arresto cardiaco ha portato a sviluppare nuove competenze e conoscenze nell'ambito sanitario con il fine di aggregare agli accessi vascolari endovenosi anche questa tecnica. Il monitoraggio dei risultati sugli effetti, vantaggi e svantaggi derivanti dall'impiego dell'accesso intraosseo vengono riportati e confrontati in molti studi per definire se sia possibile identificarlo come una possibile soluzione per la gestione dell'emergenza.

Nel 2010 le linee guida dell'European Resuscitation Council (ERC) indicano che la via di somministrazione con accesso intraosseo è da preferire rispetto alla via endotracheale per la somministrazione di farmaci e nei casi in cui non sia stato possibile reperire un accesso tramite incannulamento venoso e quindi l'impossibilità di infondere liquidi e farmaci durante la gestione del paziente critico adulto. Successive revisioni hanno mantenuto un costante monitoraggio nell'utilizzo della tecnica intraossea pur consigliando un approccio vascolare secondo solamente all'incannulamento venoso. Con le più recenti linee guida del European Resuscitation Council (ERC) del 2021 si ottiene una raccomandazione debole sulla preferenza di utilizzo dell'accesso venoso rispetto all'accesso intraosseo come primo tentativo per la somministrazione di liquidi e farmaci durante l'arresto

cardiocircolatorio nel paziente adulto. Come riportato da ILCOR questa “raccomandazione è basata su evidenza di qualità molto bassa tratta da tre studi osservazionali retrospettivi che comprendevano 34686 arresti cardiocircolatori extraospedalieri in adulti che suggeriscono esiti peggiori quando è stato utilizzato l’accesso intraosseo. Dopo la revisione di ILCOR, le analisi secondarie degli studi randomizzati PARAMEDIC2 e ALPS non hanno messo in evidenza un’effettiva differenza tra queste modalità di somministrare farmaci”.

All’interno dello studio PARAMEDIC2 viene confrontata la somministrazione di adrenalina rispetto al placebo seguendo due vie vascolari differenti, l’accesso intraosseo e quello endovenoso periferico; lo scopo è di definire se la somministrazione di adrenalina sia efficace per il trattamento dell’arresto cardiaco extraospedaliero. Dal confronto degli accessi vascolari esaminati non risultano differenze statisticamente significative.

Grazie allo studio ALPS si è potuto evidenziare come la somministrazione di amiodarone e lidocaina risulta efficace per il trattamento dei ritmi non defibrillabili che evolvono successivamente in ritmi defibrillabili. Anche in questo studio abbiamo un confronto tra accesso endovenoso periferico ed accesso intraosseo; i dati registrati non sono definibili statisticamente significativi, ma evidenziano esiti più favorevoli per accesso venoso periferico rispetto all’accesso intraosseo.

In accordo tra ILCOR, ERC raccomanda di tentare in primo luogo l’accesso venoso per consentire la somministrazione di farmaci in adulti in arresto cardiaco.

(Soar et al., 2021) *“L’accesso intraosseo può essere preso in considerazione laddove sia impossibile ottenere un accesso endovenoso negli adulti in arresto cardiocircolatorio.”*

3.2 ANATOMIA OSSEA

Anatomicamente l'osso è costituito da una superficie compatta esterna, resistente e molto dura; invece, al suo interno si evidenzia tessuto spugnoso ed il midollo caratterizzato da tessuto molle. Nel percorso di formazione dell'osso si sviluppano quattro principali gruppi di vasi sanguigni:

- Vasi metafisari: sono vasi sanguigni il cui compito è quello della vascolarizzazione della superficie interna dei dischi epifisari, nel punto in cui l'osso si sostituisce con la cartilagine;
- Vasi epifisari: sono vasi sanguigni che scorrono all'interno dei forami presenti all'interno delle estremità epifisarie delle ossa lunghe, la loro funzione è quella di vascolarizzare gli osteoni e le cavità midollari epifisarie;
- Arterie e vene nutritizie: sono vasi sanguigni che si vengono a formare all'inizio del processo di ossificazione; in genere all'interno della diafisi penetrano solo un'arteria ed una vena nutritizia attraverso il forame nutritizio, fino a raggiungere quella che viene definita come cavità midollare. Nel suo percorso l'arteria nutritizia si dirama in due rami, il primo ascendente ed un secondo discendente per posizionarsi a livello delle epifisi dell'osso;
- Vasi periostali: sono vasi sanguigni che provengono dal periostio (membrana di tessuto connettivo che riveste l'osso) e rimangono all'interno dell'osso ancora in fase di sviluppo. Questi vasi sono candidati per fornire l'apporto di sangue agli osteoni superficiali a livello della diafisi.

Solo dopo la saldatura delle epifisi ossee la distribuzione dei gruppi di vasi sanguigni si colloca all'interno di un canale centrale detto anche "canale di Havers", attraverso il quale passano anche nervi. Proseguendo all'interno del canale di Havers si intersecano diversi canali detti "canali di Volkmann"; la differenza tra i due canali è che il primo (quello di Havers) attraversa l'asse lungo dell'osso, mentre, i canali di Volkmann seguono un percorso trasversale all'osso.

La corteccia sovrastante l'osso garantisce una struttura molto rigida e resistente permettendo di creare uno spazio che non subisce compressione e di facile reperibilità se si utilizzano dispositivi per il posizionamento di accesso intraosseo; inoltre, la conformazione strutturale della corteccia funge da base ottimale per il posizionamento dell'accesso intraosseo in quanto permette un ancoraggio stabile evitando che si dislochi dal punto di inserzione. La somministrazione di fluidi e farmaci passa all'interno del plesso vascolare situato nel canale midollare per sfociare direttamente nel torrente circolatorio sistemico.

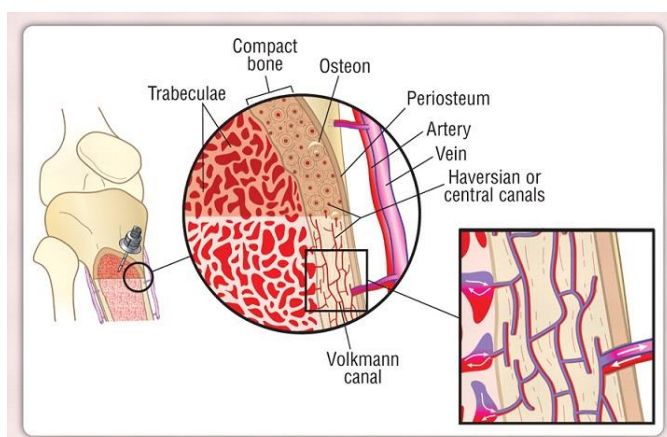


Figura 1. Anatomia delle ossa

3.3 DISPOSITIVI ATTUALMENTE DISPONIBILI

Vengono approvati tre dispositivi per il posizionamento di un catetere intraosseo, distinti in dispositivi ad inserimento manuale e inserimento meccanico. Vengono utilizzati per la gestione in emergenza e come da letteratura devono essere rimossi entro le 24 ore dal posizionamento.

Dispositivi ad inserimento manuale:

FAST-ONE

Dispositivo dotato di una guida cilindrica con al suo interno un dispositivo di infusione; caratterizzato da aghi-guida per il posizionamento. Il dispositivo viene attivato manualmente dall'operatore il quale deve premere la guida dopo essersi posizionato sul sito di accesso (solo sternale), innestandola nel tessuto osseo. Negli scorsi decenni ha trovato applicazione maggiormente in ambito militare; si tende a non utilizzarlo durante la gestione del paziente critico adulto in arresto cardiocircolatorio in quanto il suo posizionamento è obbligato a livello sternale, compromettendo la corretta esecuzione del massaggio cardiaco durante la rianimazione cardiopolmonare (RCP).



Figura 2. Dispositivo FAST-ONE

Dispositivi ad inserimento meccanico:

BONE INJECTION GUN

È un dispositivo monouso e semiautomatico comunemente usato per il posizionamento dell'accesso intraosseo. Si basa sul concetto di device caricato a molla che possa inserire un ago all'interno dell'osso; le raccomandazioni ci indicano di preferire i punti di repere quali tibia prossimale e testa dell'omero per la caratteristica superficie piatta che permette di avere una maggior superficie, oltre alla presenza di canali midollari poco profondi. Questa tecnica di posizionamento di un accesso intraosseo richiede pochissimo tempo, ovvero un massimo di tre minuti per lo svolgimento dell'intera procedura (dalla preparazione fino alla prima somministrazione di farmaco o liquido). Esistono più misure (in base alla lunghezza dell'ago) identificate da determinati colori: il dispositivo di colore blu viene utilizzato negli adulti, il dispositivo di colore rosso viene utilizzato nell'ambito pediatrico ed infine il dispositivo di colore verde viene utilizzato nell'ambito veterinario.



Figura 3. Dispositivo Bone Injection Gun (BIG)

EZ-IO

Dispositivo caratterizzato dalla presenza di un trapano di piccole dimensioni che permette di inserire un accesso intraosseo in modo rapido e preciso; il catetere intraosseo, dotato di mandrino viene montato sul dispositivo e poi lasciato in sede sfilando la guida. Dagli operatori viene considerato un dispositivo di vitale importanza nel caso in cui non sia possibile reperire un accesso venoso, preciso e semplice da utilizzare; diminuisce inoltre il rischio di microfratture che possono indurre una diminuzione importante dell'assorbimento di liquidi e farmaci somministrati. Il materiale per il posizionamento dell'accesso vascolare è sterile e monouso per evitare la comparsa di infezioni, mentre, la possibilità di poter cambiare tipologia di aghi in base alle esigenze del paziente lo pone come un dispositivo molto versatile adatto alle situazioni di emergenza. Si identificano diversi punti di reperi, secondo le linee guida attuali è da preferire il sito tibiale prossimale.



Figura 4. Dispositivo EZ-IO

Componenti EZ-IO:

- trapano EZ-IO per intraossea
- ago per inserzione omerale
- ago per pazienti pediatrici e adulti (45mm – 25mm – 15mm)
- sistema di fissaggio dell'ago
- siringa da 10cc con soluzione fisiologica
- set da infusione (con flebo)
- spremi sacca da arteria

3.4 CASI DI APPLICAZIONE

La scelta dell'accesso intraosseo (IO) si è rivelata una valida alternativa all'accesso venoso nella gestione di diversi casi in emergenza, come ad esempio:

- Casi di arresto cardiocircolatorio
- Casi di shock ipovolemico con alterazione dello stato di coscienza
- Instabilità emodinamica
- Casi di insufficienza respiratoria grave
- Glasgow Coma Scale con punteggio <8
- Dopo tentativi falliti per accesso venoso periferico; infusione liquidi e farmaci

3.5 SITI DI ACCESSO INTRAOSSEO

Nel posizionamento dell'accesso intraosseo esistono diversi punti di repere permettendo all'operatore di scegliere in base alla posizione del paziente critico, o alle condizioni ambientali. Alcune casistiche descrivevano come l'accesso in sede omerale prossimale fosse utile per le persone incastrate all'interno di veicoli, o mezzi di trasporto in cui lo spazio di azione rende proibitivo il posizionamento di un accesso venoso periferico. Nei casi di arresto cardiaco una soluzione che l'infermiere può utilizzare è la tibia prossimale per evitare di ingombrare lo spazio di manovra per le compressioni toraciche durante la rianimazione (RCP) e quindi assicurando una corretta ed efficace organizzazione dello spazio di lavoro per il team di soccorritori.

Si identificano come punti di repere:

- Tibia prossimale adulto/pediatrico
- Tibia distale adulto/pediatrico
- Omero/pediatrico
- Sterno: la sede sternale è la sede meno indicata per il trattamento dei soggetti in arresto cardiaco in quanto il posizionamento di un accesso intraosseo impedisce di effettuare correttamente le compressioni toraciche.

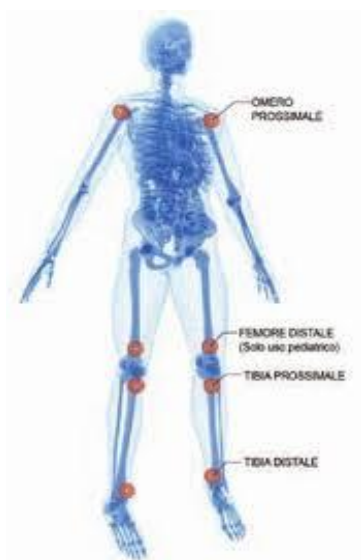


Figura 5. Punti di repere accesso intraosseo

Come dimostrato all'interno di due studi (Reades et al., 2011; Wampler et al., 2012) le percentuali di successo per posizionamento del catetere intraosseo rilevate sono molto elevate. I siti ossei maggiormente utilizzati sono stati l'omero prossimale e la tibia prossimale; gli operatori hanno definito questi come affidabili e maggiormente efficaci per la gestione del paziente critico. I dati rilevati dimostrano un percentuale di posizionamento al primo tentativo di circa il 91% (con valori che variano dal 89% al 93%); mentre; la percentuale per il secondo tentativo si aggira attorno ai 94%. La causa maggiormente riscontrata nei posizionamenti falliti è stata l'obesità; basse percentuali di dislocazione sono state riscontrate.

3.6 CONTROINDICAZIONI

L'utilizzo dell'accesso intraosseo non è sempre possibile o consigliato.

Quando la persona già possiede un accesso venoso periferico o centrale; per esempio, in presenza di PICC (catetere venoso centrale ad inserzione periferica), MIDLINE e CVC (catetere venoso centrale), questi possono essere utilizzati per la gestione dei liquidi e farmaci.

La presenza di ustioni severe e infezioni nei siti di reperi impediscono il posizionamento del catetere intraosseo; nonché le situazioni di politrauma qualora vi sia la presenza di fratture multiple.

Il posizionamento di un accesso intraosseo è controindicato qualora vi sia una condizione di osteoporosi in quanto le complicanze di frattura ossea e infezione aumentano esponenzialmente. Inoltre, se si posiziona un accesso intraosseo non sarà possibile reperire un secondo accesso nello stesso sito osseo per almeno 48 ore.

Infine, nelle situazioni in cui si trattano soggetti obesi e grandi obesi risulta molto difficile il reperimento di un sito anatomico per il posizionamento del catetere intraosseo.

3.7 COMPLICANZE

L'utilizzo dell'accesso intraosseo come via per la somministrazione di farmaci e liquidi non è esente da complicanze.

Come riportato dalla revisione *Drug routes in out-of-hospital cardiac arrest: A summary of currency evidence* (trad. Hooper et al., 2022) *“I tassi di incidenza di queste complicanze sono molto bassi; rimane comunque una sfida importante nell'identificazione del profilo di sicurezza complessivo dell'accesso intraosseo (IO) visto che il follow-up è possibile, in modo ristretto rispetto al suo utilizzo, perché limitato ai soli soggetti che sopravvivono.”*

Le potenziali cause che si possono riscontrare sono:

- il posizionamento errato del catetere intraosseo
- lo stravasamento di liquidi
- l'infezione dei tessuti molli
- l'embolia grassosa
- la sindrome compartimentale
- l'osteomielite.

3.8 FORMAZIONE PERSONALE EXTRAOSPEDALIERO

La formazione di tutto il personale infermieristico all'utilizzo di questo dispositivo rientra nell'ampia formazione che si acquisisce all'interno del percorso universitario. Un livello molto più approfondito e completo si dovrebbe ottenere per tutto il personale infermieristico che opera nei servizi di emergenza extraospedalieri; infatti, nel territorio il dispositivo maggiormente utilizzato per il posizionamento di un accesso intraosseo è il trapano EZ-IO, messo a disposizione all'interno dei mezzi di soccorso. Il suo utilizzo è diventato una parte integrante dell'assistenza per la gestione degli arresti cardiaci extraospedalieri; infatti, viene considerata un'alternativa efficace all'accesso endovenoso periferico riconosciuto come soluzione primaria per la gestione di farmaci e liquidi.

A livello italiano, le conoscenze e le competenze relative si acquisiscono in modo completo durante i corsi standardizzati ACLS proposti all'interno delle aziende sanitarie.

La formazione del personale extraospedaliero si divide in due fasi: la prima è la parte teorica dell'argomento che consiste nello studio dei vari dispositivi; della tecnica di posizionamento; capire quando sia opportuno ricorrere all'accesso intraosseo e le controindicazioni che comportano una scelta diversa per l'approccio vascolare; la possibilità di sviluppare complicanze dal posizionamento dell'IO; la corretta gestione del sito e del catetere intraosseo; ed infine quali liquidi e farmaci possono essere somministrati con le relative conoscenze riguardanti la possibile variazione dei dosaggi dei farmaci salvavita.

La seconda parte della formazione dell'infermiere dei servizi d'emergenza passa per la prova pratica della procedura, importante sia per comprendere l'effettiva manualità della tecnica e testare personalmente alcune possibili situazioni in cui il professionista sanitario è chiamato ad agire. L'evoluzione della pratica sui manichini si è tradotta in simulazioni semirealistiche proponendo un metodo di apprendimento molto valido; infatti, questi scenari permettono di immergere gli operatori in situazioni fedeli alla realtà. I risultati ottenuti da questa tecnica di insegnamento sono stati notevoli sia nella gestione delle situazioni di emergenza, con ottimi risultati nello svolgimento delle varie tecniche di assistenza; sia per la gestione

emotiva degli operatori. Successivamente alle simulazioni viene effettuato il debriefing per analizzare dubbi, perplessità e difficoltà incontrati durante la simulazione con il fine di poter migliorare la propria esecuzione, aumentare il livello di osservazione e valutazione della scelta presa e assieme aumentare la qualità dell'assistenza erogata alle persone. La preparazione del professionista all'utilizzo dei dispositivi intraossei richiede l'acquisizione di competenze e conoscenze specifiche.

Le revisioni (Garside et al., 2016; Levitan et al., 2009) propongono i risultati sulle percentuali di posizionamento dell'accesso intraosseo relative ad alcuni studi riguardanti la formazione del personale extraospedaliero. Si evidenzia come le percentuali di successo per primo e secondo tentativo siano superiori rispetto al successo per posizionamento di accessi endovenosi periferici.

(Levitan et al., 2009) *“Le percentuali di successo al primo, secondo ed infine terzo tentativo sono rispettivamente del 96,9%, 94,9%, 100%. Infine, la percentuale di accessi intraossei posizionati correttamente è del 97,3% corrispondente a 289 su 297 tentati”*.

CAPITOLO 4: DISCUSSIONE e RISULTATI

DISCUSSIONE

La ricerca effettuata riporta pareri contrastanti rispetto all'efficacia dell'accesso intraosseo, come approccio vascolare primario, per la gestione della situazione di arresto cardiocircolatorio in ambiente extraospedaliero. Secondo le linee guida dell'European Resuscitation Council e dell'American Heart Association si propone l'utilizzo del catetere intraosseo come soluzione secondaria in caso di tentativi falliti per il posizionamento di incannulamento venoso periferico (precisamente vengono definiti 2 tentativi falliti, oppure, un tempo maggiore dei 90 secondi). Nonostante la letteratura lo raccomandi come seconda scelta, le basse percentuali di complicanze e la praticità della procedura hanno comportato un aumento del suo utilizzo negli ultimi decenni, prendendo in considerazione il dispositivo trapano EZ-IO come cardine del cateterismo osseo in emergenza.

Attraverso l'osservazione di due articoli si riporta come una formazione chiara ed esaustiva sul catetere intraosseo e sulla procedura tecnica abbia portato dei risultati importanti relativamente alle percentuali di successo nel posizionamento, rispettivamente del 97,3% (289 su 297 tentati). L'emergenza in ambiente extraospedaliero determina l'aggiunta di una quantità molto ampia di variabili che possono alterare in modo positivo o negativo sulle percentuali di posizionamento e sull'operato degli operatori sanitari. Come descritto in precedenza la preferenza del sito tibiale prossimale assicura uno spazio di lavoro per gli altri professionisti sanitari durante le manovre rianimatorie; ma può definirsi efficace rispetto all'accesso endovenoso periferico ed agli altri punti di repere ossei. Alcuni ricercatori (Reades et al., 2011) hanno esaminato, attraverso uno studio randomizzato, quali sono le percentuali di successo nel posizionamento extraospedaliero di tre accessi vascolari: l'accesso endovenoso periferico, l'accesso intraosseo tibiale e l'accesso intraosseo omerale. Il campione analizzato composto da 182 soggetti viene suddiviso in tre gruppi formati da 64 soggetti per l'IO tibiale, 51 assegnati all'IO omerale ed infine 67 assegnati all'accesso venoso periferico (PIV). I risultati evidenziati confermano l'ipotesi formulata, l'accesso intraosseo tibiale ha una percentuale di posizionamento pari al 91%, nonché la più elevata rispetto all'IO

omerale con 51% e al PIV con il 43% di successo. L'indagine secondaria dello studio rileva che la tempistica di posizionamento per l'accesso IO tibiale sia inferiore (4,6 minuti contro i 7 minuti per IO omerale e PIV); assicurare un accesso vascolare nel minor tempo possibile rende possibile l'intervento tempestivo dei soccorsi aumentando le probabilità di una corretta gestione dell'emergenza.

La sola descrizione delle percentuali di posizionamento non può validare l'efficacia dell'accesso intraosseo; infatti, si prendono in esame altri indicatori comuni tra gli studi: il tasso di ROSC (sostenuto per un tempo superiore a 20 minuti) e gli esiti neurologici sul soggetto (l'analisi viene effettuata attraverso l'utilizzo della scala Rankin modificata). Gli indicatori sono legati strettamente tra loro nella casistica dell'arresto cardiaco in quanto la condizione di anossia cerebrale secondaria alla mancanza di flusso ematico induce danni neurologici sempre più gravi con il passare dei minuti.

All'interno dello studio (Zhang et al., 2020) i ricercatori hanno analizzato quale sia l'accesso vascolare più efficace nella gestione degli arresti cardiaci extraospedalieri suddividendo il campione iniziale di 35733 soggetti in due grandi gruppi, IV e IO, portando all'evidenza i risultati ottenuti dalle ricerche per ROSC, esiti neurologici favorevoli e per la sopravvivenza alla dimissione ospedaliera. La dimensione dei gruppi è 27758 soggetti per l'accesso IV e per l'accesso IO sono stati reclutati 7975 soggetti. All'interno del campione iniziale sono stati rilevati 8230 pazienti (23%) che hanno raggiunto il ROSC preospedaliero, 1332 pazienti (3,7%) hanno avuto un esito neurologico favorevole ed infine la presenza di 1869 pazienti sopravvissuti alla dimissione ospedaliera. L'analisi del punteggio di propensione ha permesso di riformare i due gruppi ridimensionandoli ad un totale di 5684 soggetti ciascuno. Successivamente all'adattamento si ricavano gli odds ratio (OR) basati sull'accesso venoso periferico: per ROSC 1,453 (IC al 95%, 1,316-1,605); per esito neurologico favorevole 1,806 (IC 95%, 1,397-2,336) e per sopravvivenza alla dimissione ospedaliera 1,430 (IC 95%, 1,164-1,757); i valori espressi dallo studio evidenziano una probabilità maggiore di avere un ROSC preospedaliero ed esiti neurologici favorevoli attraverso l'utilizzo di un accesso venoso periferico rispetto ad un accesso intraosseo. L'efficacia superiore dell'accesso venoso periferico viene descritta all'interno di due studi (Clemency et al., 2017; Hamam et al., 2021) i quali riportano

tassi di ROSC e tassi per esiti neurologici favorevoli risultano migliori rispetto alle rilevazioni per l'accesso intraosseo; tuttavia, nessuno di essi definisce la presenza di una differenza statisticamente significativa che possa affermare la soluzione vascolare venosa periferica come soluzione unica per la gestione della casistica di arresto cardiaco.

Tra gli studi recenti effettuati in Cina (Yan-Wei Cheng et al., 2021) viene intrapreso il confronto tra associazioni di accessi vascolari; ovvero si identificano due braccia di studio, la prima consiste nella combinazione di accesso intraosseo preospedaliero e accesso venoso periferico intraospedaliero (IO+IV) ed il secondo composto da un venoso periferico sia preospedaliero sia intraospedaliero (IV+IV). Lo scopo è quello di definire se l'associazione degli accessi intraossei fosse un vantaggio per l'ottenimento del ROSC dopo l'arrivo in ospedale. I soggetti reclutati sono 65 per IO+IV e 128 per IV+IV per un totale di 193 pazienti; le percentuali di ROSC registrate sono rispettivamente del 52,3% e del 50,9%. L'ipotesi formulata dai ricercatori si basa sulla capacità di assorbimento dell'adrenalina somministrata per via intraossea e che questa possa essere compromessa dalla sedimentazione nei siti di inserzione del catetere intraosseo.

Come da definizione l'arresto cardiaco è una condizione tempo-dipendente quindi l'approccio più efficace corrisponde alla possibilità di intervenire nel minor tempo possibile; un team di ricercatori in Cina ha concentrato gli studi sul concetto di *time-to-epinephrine*, ovvero il tempo che intercorre tra l'arrivo dei soccorsi sulla scena e la somministrazione della prima dose di adrenalina. L'ultimo studio analizzato (Yang et al., 2023) ha reclutato un campione formato da 122 soggetti è stato diviso in due gruppi; 90 per IV e 22 per IO. Le percentuali di posizionamento sono del 33% per l'accesso IV e circa del 100% per l'accesso IO omerale.

La rilevazione del time-to-epinephrine è stata effettuata per 5,10 e 15 minuti dall'arrivo sulla scena:

- 5 minuti dall'arrivo dei soccorsi nel gruppo IO si rileva la somministrazione nel 21%; per il gruppo EV si rileva il 4%.
- 10 minuti dall'arrivo dei soccorsi nel gruppo IO si rileva la somministrazione nell'82%; per il gruppo EV si rileva il 43%
- 15 minuti dall'arrivo dei soccorsi nel gruppo IO si rileva la somministrazione nel 100%; per il gruppo EV si rileva il 51%

Analizzando questi dati si evince che a parità di tempistiche di somministrazione della prima dose di adrenalina con un accesso intraosseo si raggiunge una percentuale di soggetti maggiore rispetto all'utilizzo della via endovenosa, rispettivamente per 5,10 e 15 minuti sulla scena. La seconda parte dello studio relativa alla descrizione del ROSC, esiti neurologici favorevoli e sopravvivenza alla dimissione ospedaliera è purtroppo stata interrotta per l'epidemia di COVID-19; rimane uno spunto per lo sviluppo di progetti futuri nello studio dell'efficacia dell'accesso intraosseo per la gestione degli arresti cardiaci extraospedalieri.

RISULTATI

Quanto dimostrato dai risultati ottenuti conferma le attuali linee guida dell'ERC e dell'AHA, ovvero che l'accesso intraosseo è un approccio vascolare valido e può essere impiegato per la gestione dell'arresto cardiaco qualora non sia possibile reperire un accesso venoso periferico.

L'impiego del catetere intraosseo si sta diffondendo all'interno dei servizi di emergenza per l'elevata affidabilità; l'apprendimento della tecnica risulta rapido e permette di ottenere risultati notevoli con percentuali di successo per primi tentativi addirittura superiori al 90%. La rapidità con la quale è possibile ottenere una via di somministrazione per farmaci e liquidi offre un vantaggio nella gestione delle condizioni tempo-dipendenti, pur mantenendo un livello di efficacia adeguato. Dal confronto si evince come percentuali maggiori di ROSC e per gli esiti neurologici favorevoli si possono riscontrare con l'impiego di un catetere venoso periferico. Seppur i ricercatori riportino queste differenze come non significative a livello statistico, sono presenti ancora dubbi sulla farmacocinetica correlata all'accesso IO; infatti, si riconosce il bisogno di approfondire l'assorbimento a livello osseo dei farmaci somministrati attraverso la via intraossea.

CONCLUSIONI

Per concludere si può affermare che l'accesso intraosseo è un dispositivo tutt'ora utilizzato nella gestione delle emergenze ospedaliere in quanto permette di abbattere le tempistiche legate all'ottenimento di un accesso vascolare garantendo un flusso stabile per la somministrazione di farmaci e liquidi. Il confronto ha dimostrato come non ci siano particolari differenze tra i due accessi vascolari; come dimostrato da alcuni studi è stato possibile impiegare addirittura entrambe le soluzioni vascolari. La mancanza di risultati riguardanti l'assorbimento dei siti ossei durante l'arresto cardiaco offre uno spunto per possibili ricerche future, le quali possano definire con certezza se l'accesso intraosseo sia una soluzione più efficace o meno rispetto all'accesso venoso periferico.

BIBLIOGRAFIA

- Baert, V., Vilhelm, C., Escutnaire, J., Nave, S., Hugenschmitt, D., Chouihed, T., Tazarourte, K., Javaudin, F., Wiel, E., El Khoury, C., Hubert, H., & GR-RéAC. (2020). Intraosseous Versus Peripheral Intravenous Access During Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comparison of 30-Day Survival and Neurological Outcome in the French National Registry. *Cardiovascular Drugs and Therapy*, *34*(2), 189–197. <https://doi.org/10.1007/s10557-020-06952-8>
- Chin, Y. X., Tan, K. B. K., Koh, Z. X., Ng, Y. Y., Said, N. A. Z. B. M., Rahmat, M., Fook, S., & Ong, M. E. H. (2016). Comparing intraosseous and intravenous access for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore: Resuscitation. *Resuscitation*, *106*, e25–e25. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.07.054>
- Clemency, B., Tanaka, K., May, P., Innes, J., Zagroba, S., Blaszak, J., Hostler, D., Cooney, D., McGee, K., & Lindstrom, H. (2017). Intravenous vs. Intraosseous access and return of spontaneous circulation during out of hospital cardiac arrest. *The American Journal of Emergency Medicine*, *35*(2), 222–226. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.10.052>
- Daya, M. R., Leroux, B. G., Dorian, P., Rea, T. D., Newgard, C. D., Morrison, L. J., Lupton, J. R., Menegazzi, J. J., Omato, J. P., Sopko, G., Christenson, J., Idris, A., Mody, P., Vilke, G. M., Herdeman, C., Barbic, D., Kudenchuk, P. J., & Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. (2020). Survival After Intravenous Versus Intraosseous Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Shock-Refractory Cardiac Arrest. *Circulation*, *141*(3), 188–198. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042240>
- Feinstein, B. A., Stubbs, B. A., Rea, T., & Kudenchuk, P. J. (2017). Intraosseous compared to intravenous drug resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, *117*, 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.06.014>
- Garside, J., Prescott, S., & Shaw, S. (2016). Intraosseous vascular access in critically ill adults—A review of the literature. *Nursing in Critical Care*, *21*(3), 167–177. <https://doi.org/10.1111/nicc.12163>
- Gräsner, J.-T., Herlitz, J., Tjelmeland, I. B. M., Wnent, J., Masterson, S., Lilja, G., Bein, B., Böttiger, B. W., Rosell-Ortiz, F., Nolan, J. P., Bossaert, L., & Perkins, G. D. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*, *161*, 61–79. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.007>

- Hamam, M. S., Klausner, H. A., France, J., Tang, A., Swor, R. A., Paxton, J. H., O'Neil, B.J., Brent, C., Neumar, R. W., Dunne, R. B., Reddi, S., & Miller, J. B. (2021). Prehospital Tibial Intraosseous Drug Administration is Associated with Reduced Survival Following Out of Hospital Cardiac Arrest: A study for the CARES Surveillance Group. *Resuscitation*, *167*, 261–266. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.06.016>
- Hooper, A., Nolan, J. P., Rees, N., Walker, A., Perkins, G. D., & Couper, K. (2022). Drug routes in out-of-hospital cardiac arrest: A summary of current evidence. *Resuscitation*, *181*, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.10.015>
- Hsieh, Y.-L., Wu, M.-C., Wolfshohl, J., d'Etienne, J., Huang, C.-H., Lu, T.-C., Huang, E. P.-C., Chou, E. H., Wang, C.-H., & Chen, W.-J. (2021). Intraosseous versus intravenous vascular access during cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, *29*(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00858-6>
- INDICAZIONI OPERATIVE HEMS - Mountain Hems Association | Helicopter Emergency Medical Service. (s.d.). Recuperato 27 marzo 2024, da <https://www.hems-association.com/it/cms/14.html>
- Kawano, T., Grunau, B., Scheuermeyer, F. X., Gibo, K., Fordyce, C. B., Lin, S., Stenstrom, R., Schlamp, R., Jenneson, S., & Christenson, J. (2018). Intraosseous Vascular Access Is Associated With Lower Survival and Neurologic Recovery Among Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Annals of Emergency Medicine*, *71*(5), 588–596. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2017.11.015>
- Levitan, R. M., Bortle, C. D., Snyder, T. A., Nitsch, D. A., Pisaturo, J. T., & Butler, K. H. (2009). Use of a Battery-Operated Needle Driver for Intraosseous Access by Novice Users: Skill Acquisition With Cadavers. *Annals of Emergency Medicine*, *54*(5), 692–694. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2009.06.012>
- Mody, P., Brown, S. P., Kudenchuk, P. J., Chan, P. S., Khera, R., Ayers, C., Pandey, A., Kern, K. B., de Lemos, J. A., Link, M. S., & Idris, A. H. (2019). Intraosseous versus intravenous access in patients with out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the resuscitation outcomes consortium continuous chest compression trial. *Resuscitation*, *134*, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.10.031>
- Mody, P., Khera, R., Patel, N., Owens, P., Berry, J., Link, M., & Idris, A. (2018a). INTRAVENOUS VERSUS INTRAOSSEOUS ACCESS FOR PARENTERAL DRUG ADMINISTRATION IN OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST. *Journal of*

- the American College of Cardiology*, 71(11, Supplement), A457.
[https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(18\)30998-7](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(18)30998-7)
- Morales-Cané, I., Valverde-León, M. D. R., Rodríguez-Borrego, M. A., & López-Soto, P. J. (2020). Intraosseous access in adults in cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Emergencias: Revista De La Sociedad Espanola De Medicina De Emergencias*, 32(1), 49–56.
- Mumma, B. E., & Umarov, T. (2016). Sex differences in the prehospital management of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 105, 161–164.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.05.029>
- Nilsson, F. N., Bie-Bogh, S., Milling, L., Hansen, P. M., Pedersen, H., Christensen, E. F., Knudsen, J. S., Christensen, H. C., Folke, F., Høen-Beck, D., Væggemose, U., Brøchner, A. C., & Mikkelsen, S. (2023). Association of intraosseous and intravenous access with patient outcome in out-of-hospital cardiac arrest. *Scientific Reports*, 13(1), 20796. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48350-8>
- Nolan, J. P., Deakin, C. D., Ji, C., Gates, S., Rosser, A., Lall, R., & Perkins, G. D. (2020). Intraosseous versus intravenous administration of adrenaline in patients with out-of-hospital cardiac arrest: A secondary analysis of the PARAMEDIC2 placebo-controlled trial. *Intensive Care Medicine*, 46(5), 954–962.
<https://doi.org/10.1007/s00134-019-05920-7>
- Reades, R., Studnek, J. R., Vandeventer, S., & Garrett, J. (2011). Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: A randomized controlled trial. *Annals of Emergency Medicine*, 58(6), 509–516.
<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2011.07.020>
- Soar, J., Böttiger, B. W., Carli, P., Couper, K., Deakin, C. D., Djärv, T., Lott, C., Olasveengen, T., Paal, P., Pellis, T., Perkins, G. D., Sandroni, C., & Nolan, J. P. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation*, 161, 115–151.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.010>
- Tan, B. K. K., Chin, Y. X., Koh, Z. X., Md Said, N. A. Z. B., Rahmat, M., Fook-Chong, S., Ng, Y. Y., & Ong, M. E. H. (2021). Clinical evaluation of intravenous alone versus intravenous or intraosseous access for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 159, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.11.019>
- Vadeyar, S., Buckle, A., Hooper, A., Booth, S., Deakin, C. D., Fothergill, R., Ji, C., Nolan, J. P., Brown, M., Cowley, A., Harris, E., Ince, M., Marriott, R., Pike, J., Spaight, R., Perkins, G. D., & Couper, K. (2023). Trends in use of intraosseous and

intravenous access in out-of-hospital cardiac arrest across English ambulance services: A registry-based, cohort study. *Resuscitation*, 191, 109951.

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109951>

Wampler, D., Schwartz, D., Shumaker, J., Bolleter, S., Beckett, R., & Manifold, C. (2012). Paramedics successfully perform humeral EZ-IO intraosseous access in adult out-of-hospital cardiac arrest patients. *The American Journal of Emergency Medicine*, 30(7), 1095–1099. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2011.07.010>

Yang, S.-C., Hsu, Y.-H., Chang, Y.-H., Chien, L.-T., Chen, I.-C., & Chiang, W.-C. (2023). Epinephrine administration in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A comparison between intraosseous and intravenous route. *The American Journal of Emergency Medicine*, 67, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.02.003>

Yan-Wei Cheng, Jian-Ge Zhang, Xue Cao, Juan Zhu, & Li-Jie Qin. (2021). Effect of prehospital intraosseous combined with in-hospital intravenous access in out-of-hospital cardiac arrest: Signa Vitae. *Signa Vitae*, 17(6), 125–130. <https://doi.org/10.22514/sv.2021.046>

Zhang, Y., Zhu, J., Liu, Z., Gu, L., Zhang, W., Zhan, H., Hu, C., Liao, J., Xiong, Y., & Idris, A. H. (2020). Intravenous versus intraosseous adrenaline administration in out-of-hospital cardiac arrest: A retrospective cohort study. *Resuscitation*, 149, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.01.009>

ALLEGATI

I. Tabella Articoli

Autore, Titolo, Anno	Studio Campione	Obiettivo	Interventi	Risultati e Note
(Baert et al., 2020). Intraosseous Versus Peripheral Intravenous Access During Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comparison of 30-Day Survival and Neurological Outcome in the French National Registry	-Studio multicentrico retrospettivo. -Campione formato da 28856 soggetti.	Confrontare accesso intraosseo con accesso venoso periferico sugli esiti clinici dei pazienti con arresto cardiaco extraospedaliero.	/	Pazienti trattati con accesso intraosseo mostravano una minore probabilità di sopravvivenza a breve termine per ROSC e sopravvivenza ospedaliera.
(Chin et al., 2016). Comparing intraosseous and intravenous access for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore: Resuscitation	-Studio prospettico, randomizzato, crossover, a gruppi paralleli. -Campione formato da 558 soggetti.	Confronto percentuali di ROSC ottenute con accesso intraosseo e accesso venoso periferico.	/	La combinazione di accesso intraosseo e accesso venoso periferico aumenta le percentuali di posizionamento e somministrazione dell'adrenalina.
(Clemency et al., 2017). Intraosseous vs. Intravenous access and return of spontaneous circulation during out of hospital cardiac arrest	-Revisione grafica e strutturata retrospettiva.. -Campione formato da 1310 soggetti.	Determinare l'associazione tra il tipo di accesso parenterale e il ROSC nei casi di accesso cardiaco extraospedaliero.	/	Accesso intraosseo non inferiore all'accesso venoso periferico per l'endpoint del ROSC all'arrivo in pronto soccorso.

(Daya et al., 2020). Survival After Intravenous Versus Intraosseous Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Shock-Refractory Cardiac Arrest.	-Studio clinico randomizzato, controllato con placebo. -Campione formato da 3019 soggetti.	Confronto tra effetti farmacologici con somministrazione per accesso intraosseo e accesso venoso periferico durante arresto cardiaco extraospedaliero.	/	L'accesso venoso periferico ha evidenziato effetti superiori rispetto all'impiego dell'accesso intraosseo.
(Feinstein et al., 2017). Intraosseous compared to intravenous drug resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest.	-Studio di coorte retrospettivo. -Campione formato da 1800 soggetti.	Valutazione dei risultati clinici successivi ad OHCA, confronto somministrazione tra accesso intraosseo e venoso periferico	/	Accesso intraosseo associato ad una minore probabilità di ROSC ed ospedalizzazione .
(Hamam et al., 2021). Prehospital Tibial Intraosseous Drug Administration is Associated with Reduced Survival Following Out of Hospital Cardiac Arrest: A study for the CARES Surveillance Group.	-Studio di coorte, multicentrico. -Campione formato da 6869 soggetti.	Confronto tassi inferiori per accesso intraosseo rispetto ad accesso venoso periferico per somministrazione dei farmaci e dei risultati clinici.	/	Impiego dell'accesso intraosseo è associato ad esiti clinici sfavorevoli.
(Hooper et al., 2022). Drug routes in out-of-hospital cardiac arrest: A summary of current evidence.	-Revisione della letteratura.	Valutazione delle prove attuali sulla via di somministrazione di farmaci per arresto cardiaco. confronto accesso intraosseo e venoso periferico.	/	Descrizione di urgenti studi randomizzati e controllati per il confronto dell'accesso intraosseo e venoso periferico.
(Hsieh et al., 2021). Intraosseous versus intravenous vascular access during cardiopulmonary	-Revisione della letteratura.	Esito neurologico favorevole alla dimissione ospedaliera è considerato il risultato primario da indagare. Confronto	/	Non è stata rilevata alcuna associazione significativa tra i tipi di accesso vascolare e gli esiti neurologici.

resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of observational studies.		accesso intraosseo e venoso periferico.		
(Kawano et al., 2018). Intraosseous Vascular Access Is Associated With Lower Survival and Neurologic Recovery Among Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest.	-Analisi secondaria. -Campione formato da 13155 soggetti.	Confronto accesso intraosseo e venoso periferico per esito neurologico favorevole alla dimissione ospedaliera.	/	Accesso vascolare intraosseo associato ad esiti neurologici peggiori rispetto ad accesso venoso periferico.
(Mody et al., 2019). Intraosseous versus intravenous access in patients with out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the resuscitation outcomes consortium continuous chest compression trial.	-Analisi secondaria. -Campione formato da 19731 soggetti.	Tassi per risultati clinici ottenuti dal confronto tra accesso intraosseo e accesso venoso periferico.	/	Non sono state riscontrate differenze significative per gli esiti clinici.
(Mody et al., 2018). INTRAVENOUS VERSUS INTRAOSSEOUS ACCESS FOR PARENTERAL DRUG ADMINISTRATION IN OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST.	-Analisi secondaria. -Campione formato da 3379 soggetti.	Descrizione dei risultati clinici attraverso l'impegno di due accessi vascolari. Confronto tra accesso IO e IV.	/	Non si riscontrano differenze statisticamente significative per determinare un'efficacia superiore nel confronto.
(Morales-Cané et al., 2020). Intraosseous access in adults	-Revisione sistematica e metanalisi.	Valutare l'efficacia dell'accesso	/	L'accesso intraosseo è correlato ad outcome inferiori

in cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis.		intraosseo per risultati clinici		per ROSC e sopravvivenza alla dimissione.
(Mumma & Umarov, 2016). Sex differences in the prehospital management of out-of-hospital cardiac arrest.	-Studio di coorte retrospettivo. -Campione formato da 15584 soggetti.	Rilevare possibili differenze di sesso nell'uso dei trattamenti raccomandanti dalle linee guida per OHCA.	/	Le donne hanno avuto meno probabilità di ricevere i trattamenti; si rileva un bisogno di studio più approfondito.
(Nilsson et al., 2023). Association of intraosseous and intravenous access with patient outcome in out-of-hospital cardiac arrest.	-Studio di coorte retrospettivo. -Campione formato da 6752 soggetti.	Rilevare se la mortalità è correlata alla via di somministrazione del farmaco.	/	La somministrazione con accesso intraosseo evidenzia risultati peggiori per la maggior parte dei risultati clinici.
(Nolan et al., 2020). Intraosseous versus intravenous administration of adrenaline in patients with out-of-hospital cardiac arrest: A secondary analysis of the PARAMEDIC2 placebo-controlled trial.	-Studio multicentrico in doppio cieco. -Campione formato da 7317 soggetti.	Confrontare efficacia via endovenosa e intraossea per la somministrazione del farmaco.	/	Non è stata riscontrata nessuna differenza significativa nell'effetto del trattamento e dei risultati clinici.
(Reades et al., 2011). Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: A randomized controlled trial.	-Studio randomizzato -Campione formato da 182 soggetti.	Descrizione differenze nelle frequenze di posizionamento con successo tra accessi vascolari diversi.	/	L'accesso intraosseo tibiale ha il più alto successo al primo tentativo e il tempo più rapido per l'accesso vascolare.
(Tan et al., 2021). Clinical evaluation of intravenous alone versus	-Studio prospettico, a gruppi paralleli, randomizzato	Determinare se l'utilizzo dell'accesso intraosseo, quando fallisce	/	L'impiego dell'accesso intraosseo ha aumentato le percentuali di

intravenous or intraosseous access for treatment of out-of-hospital cardiac arrest.	-Campione formato da 1007 soggetti.	l'accesso endovenoso fallisce, migliora i risultati.		posizionamento, di somministrazione dell'adrenalina e diminuzione delle tempistiche. Al contrario sono diminuite le percentuali dei risultati clinici.
(Vadeyar et al., 2023). Trends in use of intraosseous and intravenous access in out-of-hospital cardiac arrest across English ambulance services: A registry-based, cohort study.	-Studio osservazionale retrospettivo. -Campione formato da 75343 soggetti.	Cambiamenti nel tempo nell'uso delle vie farmacologiche intraossee ed endovenose nell'arresto cardiaco extraospedaliero.	/	L'utilizzo dell'accesso intraosseo nell'arresto cardiaco extraospedaliero è progressivamente e nel tempo.
(Wampler et al., 2012). Paramedics successfully perform humeral EZ-IO intraosseous access in adult out-of-hospital cardiac arrest patients.	-Analisi di coorte retrospettiva. -Campione formato da 405 soggetti.	Determinare il tasso di successo per primo tentativo di posizionamento omerale dell'EZ-IO da parte dei paramedici durante l'arresto cardiaco extraospedaliero.	/	Si riscontra un alto grado di competenza del paramedico nella creazione di un accesso IO nell'omero prossimale.
(Yang et al., 2023). Epinephrine administration in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A comparison between intraosseous and intravenous route.	-Studio retrospettivo. -Campione formato da 112 soggetti.	Confronto tra accesso IO e IV per tassi di successo nello stabilire la via di somministrazione, tassi di somministrazione e il tempo di assunzione dell'adrenalina nei pazienti con OHCA extraospedaliero.	/	La via IO ha riscontrato tassi superiori per tutti gli elementi analizzati.
(Yan-Wei Cheng et al., 2021). Effect of prehospital intraosseous	-Studio retrospettivo, osservazionale	Confrontare efficacia associazione accesso IO+IV rispetto	/	Tassi di ROSC simile, non si evidenziano differenze. La via IV dev'essere

combined with in-hospital intravenous access in out-of-hospital cardiac arrest: Signa Vitae	-Campione formato da 193 soggetti.	all'accesso IV semplice, nei pazienti con OHCA che non raggiungono il ROSC preospedaliero.		stabilità rapidamente qualora non si raggiunga il ROSC preospedaliero con l'accesso IO.
(Zhang et al., 2020). Intravenous versus intraosseous adrenaline administration in out-of-hospital cardiac arrest: A retrospective cohort study	-Studio retrospettivo, osservazionale -Campione formato da 35733 soggetti.	Mira ad indagare se le vie IO e IV portano ad esiti diversi nei pazienti con OHCA che hanno ricevuto adrenalina preospedaliero.	/	La via endovenosa sembra essere quella ottimale per la somministrazione dell'adrenalina nell'arresto cardiaco extraospedaliero.