

INDICE

INTRODUZIONE	1
OBIETTIVO	1
CAPITOLO 1: IL TRAUMA MAGGIORE	2
1.1 Definizione ed epidemiologia	2
1.2 Classificazione	2
1.3 Il fattore “tempo”: La Golden Hour	5
1.3 Il Trauma Team	7
CAPITOLO 2: HYBRID EMERGENCY ROOM SYSTEM	8
2.1 Definizione della Hybrid Emergency Room System.....	8
2.2 Caratteristiche funzionali	9
2.3 Dotazioni tecnologiche	11
2.4 Risorse professionali	11
2.5 Campi di applicazione e patologie trattate	12
CAPITOLO 3 : MATERIALI E METODI	12
3.1 Disegno di ricerca	12
3.2 Quesito e metodo PICO	12
3.3 Parole chiave	13
3.4 Stringhe di ricerca	13
3.5 Criteri di inclusione	13
3.5 Criteri di esclusione	14
3.6 Fonti consultate	14
CAPITOLO 4 : RISULTATI	14
CAPITOLO 5: DISCUSSIONE E CONCLUSIONE	25
5.1 Discussione	25
5.2 Conclusione.....	32
BIBLIOGRAFIA	34
RINGRAZIAMENTI	43

INTRODUZIONE

Il trauma maggiore è una condizione clinica tempo-dipendente, con un'elevata probabilità di compromissione della vita e, dell'insorgere di esiti invalidanti. La risposta a tale situazione, prevede una presa in carico del paziente, mediante l'attuazione di percorsi diagnostico-terapeutici assistenziali (PDTA), che implicano il coinvolgimento di più figure sanitarie, con le loro competenze e profili professionali, di linee guida, nonché l'ausilio di risorse strutturali e tecnologiche.

L'esecuzione di procedure diagnostico-terapeutiche, all'interno del Dipartimento di Emergenza e Accettazione (DEA), spesso richiedono il trasferimento del paziente traumatizzato, ma anche la mobilitazione di attrezzature e professionisti sanitari, da una unità operativa all'altra. Nonostante tali spostamenti seguano protocolli ben definiti, possono allungare i tempi di attesa al trattamento, influenzando negativamente l'outcome del paziente.

Il sistema della Hybrid Emergency room (HERS), propone un metodo alternativo al trasferimento dell'assistito, concentrando in un'unica sala di emergenza più professionisti e tecnologie, in modo da ottimizzare i tempi per l'accesso ad una determinata procedura e, diminuire le complicanze cliniche derivanti dallo spostamento di un soggetto in condizioni critiche, migliorando così la qualità di cura e di sopravvivenza.

OBIETTIVO

Lo scopo di questa revisione della letteratura è quello di valutare l'Hybrid emergency room system (HERS), quale sistema integrato che permette di assistere il paziente in un'unica sala di emergenza, senza trasferimento dell'assistito, mediante una complessa tecnologia e un lavoro di equipe multidisciplinare, rispetto ad un modello assistenziale che non prevede tale organizzazione.

Viene valutata la sopravvivenza e la qualità di cura del paziente traumatizzato.

CAPITOLO 1: IL TRAUMA MAGGIORE

1.1 Definizione ed epidemiologia

Il trauma consiste in un insieme di alterazioni patologiche locali o generali dovute all'azione lesiva di una causa meccanica che comporta una mutazione sia a livello anatomico che fisiologico (Lise, 2017) (Istituto Superiore di Sanità, 2023). Questa condizione viene definita lesione traumatica e risulta essere direttamente proporzionale all'energia con cui avviene il trauma e con cui colpisce gli organi e tessuti.

Per trauma maggiore: “ si intende un evento che può determinare lesioni mono o poli-distrettuali, che rappresentano una minaccia immediata o potenziale per la sopravvivenza del paziente”. [1]

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) il Trauma Maggiore, rappresenta la nona causa di morte nel mondo fra gli adulti, la prima fra i giovani di età compresa tra i 15 e i 19 anni e, la seconda per i ragazzi tra 10 e 14 e tra 20 e 24 anni. In Italia la categoria più colpita dalle conseguenze degli incidenti stradali è quella dei giovani tra 20 e 24 anni, ma valori molto elevati si riscontrano anche tra le classi di età 25–29 e 30–34 anni. Secondo il Registro Italiano Traumi (RIT), gli incidenti stradali rappresentano la principale causa di trauma maggiore (65%), seguiti dai traumi da precipitazione e da caduta (26%), i tentativi di suicidio (8%) e le ferite da arma bianca e da arma da fuoco (5%) [2]. L'elevato tasso di traumi che si verificano annualmente, comportano conseguenze importanti sia dal punto di vista economico, a causa dei ricoveri ospedalieri e delle spese sanitarie, sia per il conseguente alto numero di invalidità. [3]

1.2 Classificazione

Il "Trauma Maggiore" è per definizione la condizione clinica caratterizzata da uno o più dei seguenti criteri clinici e/o situazionali e, che ha un'alta probabilità di presentare lesioni configurabili come "Trauma grave", cioè un'Injury Severity Score(ISS) > 15.

Criteri di trauma maggiore

I criteri di Trauma Maggiore si suddividono in due categorie: Criteri Clinici e Criteri Situazionali .

Tabella 1. Criteri Clinici trauma maggiore

Criteri clinici	
A = Alfa	Glasgow Coma Scale < 13
B=Bravo	P.A.S: < 90 mmHg (adulto)
C = Charlie	Frequenza Respiratoria: < 10 o > 29 nell'adulto; frequenza respiratoria < 20 o > 29 nel lattante (età < 1 anno) o necessità di sostegno ventilatorio
D = Delta	RTS < 11 o PTS < 9
E = Eco	Ferite penetranti alla testa, collo, tronco o alle estremità, prossimalmente a gomito o ginocchio
F= Foxtrot	Trauma da schiacciamento torace/addome/pelvi
G=Golf	Instabilità o deformità della parete toracica (ad esempio lembo costale mobile);
H= Hotel	Fratture craniche aperte o depresse
I=India	Fratture pelviche
J = Juliet	Frattura di almeno 2 ossa lunghe

	prossimali (femore e/o omero)
K = Kilo	Trauma associato ad ustione di 2° o 3° grado > 15% superficie corporea
L = Lima	Ustioni di 2° o 3° grado > 30% superficie corporea o interessanti le vie aeree
M = Mike	Trauma del rachide con deficit neurologici (anche sospetti)
N = November	Amputazione prossimale (Polso/caviglia), pollice o dita multiple, con possibilità di recupero
O = Oscar	Schiacciamento, scuoiamento, maciullamento o assenza di polso ad una estremità.

Tabella 2 . Criteri situazionali trauma maggiore

Criteri situazionali	
P= Papa	Caduta da un'altezza di oltre 5 metri per l'adulto; cadute da oltre tre metri, o comunque da tre volte la propria altezza per i bambini di età < 15 anni;
Q = Quebec	Pedone urtato e proiettato a > 3 mt. dal punto di impatto con veicolo
R = Romeo	Arrotamento
S = Sierra	Intrusione lamiera abitacolo (tetto incluso) > 30cm. lato paziente o >45 cm. lato opposto

T = Tango	Precipitazione veicolo > 3 mt
U = Uniform	Occupante veicolo proiettato (sbalzato) all'esterno dopo impatto
W = Whiskey	Presenza soggetto deceduto per trauma nello stesso veicolo

Si precisa che potrà essere comunque definito trauma maggiore il caso specifico che, anche se non rientra nei criteri clinici e situazionali sopradescritti, a giudizio del sanitario intervenuto, si configura come tale (es. paziente "fragile" per fascia di età, presenza di comorbilità multiple, uso di farmaci anticoagulanti, intossicazioni, gravidanza, etc) [4].

1.3 Il fattore tempo: La Golden Hour

Il fattore tempo nella gestione del traumatizzato risulta fondamentale. A tal proposito, R. Adams Cowley, ha coniato per primo il termine “The Golden Hour” (ora d’oro), al fine di porre enfasi sull’importanza di un accurato e pronto intervento in questa categoria di pazienti [5]. Tale espressione fa riferimento al periodo che intercorre tra l’avvenimento dell’incidente e i 60 minuti successivi. Questo arco temporale risulta essere fondamentale per poter eseguire tutti gli interventi idonei a mantenere in vita il paziente ed evitare gravi complicanze. (Abhilash & Sivanandan, 2020). Ciò deriva dall’osservazione che la maggioranza dei decessi per patologia traumatica avveniva nei primi sessanta minuti dall’evento.

Ulteriori ricerche hanno poi portato Trunkey e Baker et al. (1980) a descrivere la distribuzione della mortalità in seguito a trauma come tri-modale [6]. Essa prevede tre picchi sui quali possiamo e dobbiamo intervenire con misure diverse per poterli abbattere e quindi mitigare la mortalità nella popolazione colpita.

Nello specifico parliamo di:

- Decessi Immediati (primo picco): rappresentano circa un 50% dei decessi per trauma. Si verificano nei primi secondi o minuti dall'evento stesso e sono dovuti essenzialmente a lesioni incompatibili con la vita quali ad esempio importanti lesioni del SNC (Sistema Nervoso Centrale) o dei grandi vasi [7].
- Decessi precoci (secondo picco): sono circa un 35% e avvengono nelle prime ore dall'evento. Questi decessi sono ascrivibili alla tendenza evolutiva delle lesioni provocate dal trauma e dal deterioramento delle funzioni vitali che ne consegue. Qui collochiamo le lesioni degli organi parenchimatosi, le emorragie, le fratture ad alto rischio di danni vasali (ad esempio le fratture di bacino), il PNX (pneumotorace), il tamponamento cardiaco etc.
- Decessi tardivi (terzo picco): corrispondono a circa un 15% dei decessi e sono riconducibili a complicanze durante la degenza quali possono essere ad esempio lo sviluppo di una sepsi, una MOF (Multi Organ Failure) o, di un'importante sofferenza cerebrale.

Questi tre picchi, sono rappresentati in un grafico cartesiano, dove si mette in relazione il numero di decessi con il tempo trascorso dal trauma [Fig.1].

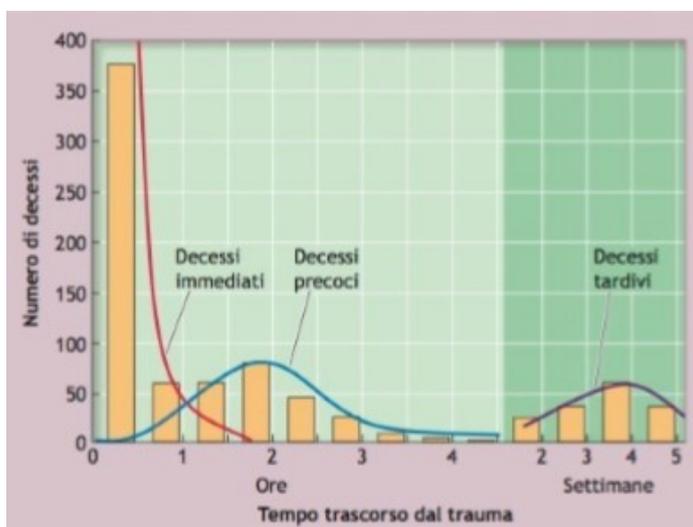


Fig.1 Distribuzione trimodale della mortalità (da “ATLS® Manuale Studenti”). [8]

Questa distribuzione è importante anche perché, ad ognuno di questi picchi, corrispondono strategie di intervento differenti.

Nel primo picco, dei decessi immediati, l'estrema gravità di queste lesioni consente quindi di salvare un numero ridotto di persone. L'unico modo per ridurre in maniera significativa questo primo picco di mortalità, è la prevenzione (cintura di sicurezza, caschi, seggiolini per bambini, campagne contro l'alta velocità, guida in stato di ebbrezza o sotto effetto di sostanze stupefacenti.).

Nel secondo picco, il riconoscimento e il trattamento tempestivo in questi casi aumenta la sopravvivenza del traumatizzato.

Nel terzo picco, la morte, può essere evitata se il paziente viene subito indirizzato in un adeguato iter diagnostico-terapeutico. [9-10]

1.4 Il Trauma Team

La possibilità del coinvolgimento di più distretti corporei e della compromissione reale o potenziale delle funzioni vitali, rende necessario un approccio multidisciplinare ed immediato.

Per far fronte a questa esigenza la gestione del paziente con trauma maggiore viene affidata al Trauma Team, un gruppo di specialisti che si occupa della valutazione e del trattamento, iniziale, della vittima. Il termine "Team" sottolinea una caratteristica fondamentale, cioè l'integrazione che deve essere sempre presente tra tutti i membri che ne fanno parte. Inoltre, ogni componente deve essere ben formato ed esperto e deve conoscere le linee guida e i protocolli da seguire, per far fronte ad una situazione complessa e con possibilità di evoluzione.

La struttura multidisciplinare e multiprofessionale del trauma team permette :

- A) Diagnosi ad ampio raggio.
 - B) Continuità assistenziale fino al trasferimento del paziente nella sua sede definitiva.
- Tutto questo in un'ottica di "risparmio di tempo".

Obiettivi del Trauma Team

1. Identificare e trattare nel minor tempo possibile le lesioni minacciose per la vita.
2. Determinare la natura e la gravità delle altre lesioni secondo un ordine di priorità e di evolutività , provvedendo all'eventuale trattamento urgente.
3. Individuare l'ambiente di ricovero più congruo per il paziente.
4. Rivalutare continuamente il paziente fino alla sede del trattamento definitivo (UTI, sala operatoria...).
5. Comunicare quanto prima con i familiari, raccogliendo dati anamnestici, informandoli tempestivamente su procedure ed eventuali trasferimenti intra/extraospedalieri.
6. Compilare la cartella clinica dell'emergenza.
7. Registrare sul Registro Traumi tutti i dati dei pazienti con trauma maggiore. [11]

Composizione del Trauma Team

La composizione del Trauma Team può variare , in base all'azienda ospedaliera presa come riferimento. In generale, il team dovrebbe essere composto da:

- medico di pronto soccorso e/o medico di anestesia e rianimazione
- medico di radiologia
- medico di chirurgia d'urgenza
- due infermieri di pronto soccorso
- tecnico di radiologia
- unità personale ausiliario
- medico di medicina trasfusionale

e su richiesta del Trauma Team : consulenti di varia specialità [12].

CAPITOLO 2: HYBRID EMERGENCY ROOM SYSTEM (HERS)

2.1 Definizione della Hybrid Emergency Room System

L'Hybrid Emergency Room System (HERS) è un innovativo modello di gestione del trauma, potenzialmente adatto per la valutazione e cura di pazienti con gravi lesioni

multiple [13-14]. Generalmente, il termine “ibrido” si riferisce a qualcosa che è un misto di due cose molto differenti, mentre nella terminologia dell’HERS, la combinazione di “valutazioni” e “trattamenti”, nello stesso spazio, risulta in un nuovo concetto “ibrido” di medicina d’urgenza e trattamento del trauma [15].

L’HERS, non è stato ideato solamente per l’esecuzione di procedure diagnostiche ma, soprattutto, per un definitivo intervento sul paziente traumatizzato, in un’unica sala di emergenza, senza ricorrere al trasferimento dello stesso in uno spazio differente, venendo così ad essere una innovazione nella gestione del trauma.

La prima installazione di tale sistema è avvenuta presso l’Osaka General Medical Center, in Giappone, nel 2011[13].

2.2 Caratteristiche funzionali

In generale, l’HERS, è definito come un sistema integrato che include nella sala di emergenza, la tomografia assiale computerizzata(TC), la radiologia interventistica e la sala operatoria.[16].

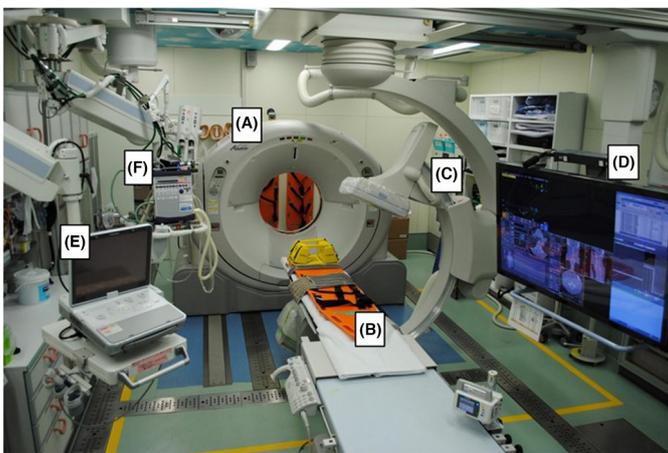


Fig.2 . (A) Sliding CT scanner. (B) CT examination and intervention table. (C) Moveable C-arm. (D) 56-Inch monitor screen. (E) Ultrasonography equipment. (F) Mechanical ventilator. Hybrid emergency room: Installation, establishment, and innovation in the emergency department. WADA et al. *Acute Med Surg.* 2023;10:e856. <https://doi.org/10.1002/ams2.856>

I pazienti ,vittime di trauma maggiore, possono essere sottoposti ad esami TC e, a procedure, come la chirurgia d’urgenza, senza ricorrere al trasferimento degli assistiti in un’altra stanza o unità operativa. Il concetto di questo sistema è riassunto nella fig.3, dove si mette a confronto l’attuale modello di gestione del trauma, con quello dell’HERS, dove vengono ridotti notevolmente i trasferimenti e, vengono raggruppate più specialità in un’unica sala.

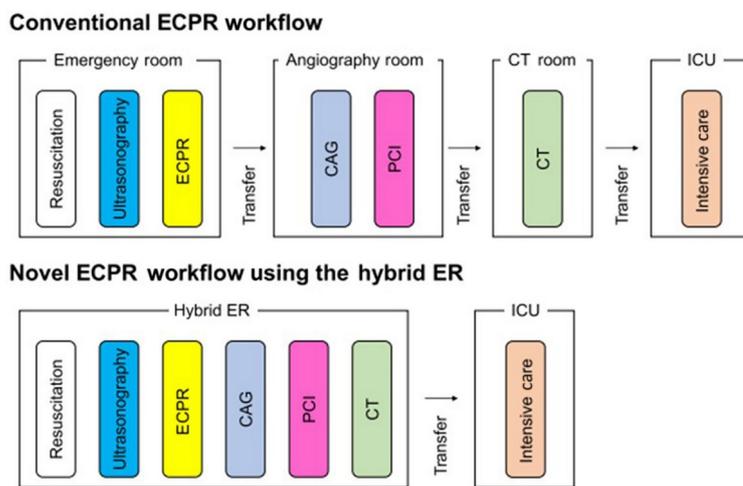


Fig.3. Schematic of the integrated concept of workflow in the hybrid emergency room (ER) system. CAG, coronary angiography; CT, computed tomography; ECPR, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation; ICU, intensive care unit; PCI, percutaneous coronary intervention. Hybrid emergency room: Installation, establishment, and innovation in the emergency department. WADA et al. *Acute Med Surg.* 2023;10:e856. <https://doi.org/10.1002/ams2.856>

Negli attuali percorsi di gestione del trauma, i pazienti, vengono assistiti dal personale sanitario della sala di emergenza, per poi essere trasferiti in radiodiagnostica e infine, se necessario, alla sala operatoria o alla radiologia interventistica. Ciò comporta diversi trasferimenti del paziente, ma anche di medici, infermieri e altri operatori sanitari, nonché di dispositivi e presidi medicali. Tale approccio aumenta i tempi di attesa per l’esecuzione di una determinata procedura diagnostica o terapeutica, che possono esitare

in una serie di eventi avversi a carico dell'assistito, quali ad esempio la difficoltà nel controllare un focolaio emorragico.[18-19-20].

2.3 Dotazioni tecnologiche

La componente chiave di questo sistema è la sala di emergenza, progettata per consentire il completamento di tutti gli esami e procedure, in un unico spazio. Tale ambiente è dotato di moderne e complesse tecnologie sanitarie come attrezzature per l'angio-TC, ventilatori polmonari, monitor multiparametrici, ecografi, strumentazione chirurgica ,neurochirurgica e di radiologia interventistica [17]. La gestione del trauma, utilizzando l'HERS, consente di eseguire una TC total-body perfino in un paziente emodinamicamente instabile sottoposto ad un monitoraggio intensivo [5]. Inoltre è possibile eseguire, contemporaneamente, manovre di controllo delle emorragie, includendo, toracotomie, laparotomie, packing pelvico, interventi endovascolari e di riduzione della pressione intracranica e, manovre di rianimazione cardiopolmonare (RCP), tutto questo senza trasferire l'assistito in altri locali.

2.4 Risorse professionali

Per ottenere un utilizzo ottimale dell'HERS, nella gestione del trauma , deve essere formato un team specializzato, con l'obiettivo di operare, effettivamente, all'interno dell'HERS. Ito et al. (2019), segnalano come la gestione del trauma nell'Hybrid ER richieda un'implementazione delle funzioni di sala operatoria e di radiologia interventistica nel dipartimento di emergenza [21]. In aggiunta ai membri “tradizionali” del trauma team (coinvolgendo professionisti dalla chirurgia,medicina d'urgenza ed anestesia e rianimazione) e, di altre specializzazioni (ortopedia e neurochirurgia), questo sistema richiede personale in grado di eseguire procedure di embolizzazione transarteriosa in emergenza, includendo infermieri e tecnici radiologi. Riunioni multidisciplinari sono generalmente tenute per valutare la performance e promuovere il lavoro in team.

2.5 Campi di applicazione e patologie trattate

Mediante questa metodica, sono trattate numerose patologie di natura traumatica [22-23-24-17] e, numerosi studi sono condotti al fine di incrementare la sua funzione, includendo la gestione di pazienti con patologie di natura non traumatica [25-26].

CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI

3.1 Disegno di ricerca

Il disegno di ricerca di questo elaborato è una revisione narrativa della letteratura

3.1 Quesito e metodo PICO

Il quesito formulato, alla base di questa tesi, è un quesito di terapia : “L’adozione dell’Hybrid Emergency Room System (HERS), nei pazienti vittime di trauma maggiore, può migliorare la sopravvivenza e la qualità di cura, rispetto all’attuale sistema di gestione del trauma maggiore?”

P = problema/popolazione	Assistiti affetti da trauma maggiore
I = Intervento	Gestione mediante l’utilizzo dell’Hybrid Emergency Room System
C = Confronto	Gestione senza l’Hybrid Emergency room system
O = outcome/risultato	Sopravvivenza e qualità di cura nei pazienti affetti da trauma maggiore

3.2 Parole chiavi

Per la ricerca le parole chiavi utilizzate sono state:

- Hybrid Emergency Room System
- Nurse role
- Trauma Team
- Intrahospital transport
- Trasporto intraospedaliero
- Adverse event
- Critical patient
- Emergency room

3.3 Stringhe di ricerca

Per effettuare la ricerca, sono state utilizzate delle stringhe di ricerca , inserendo gli operatori booleani:

- Hybrid emergency room AND nurse role
- Trauma team AND nurse role
- Intrahospital transport AND critical Ill patient
- Nurse role AND medical emergency team

3.4 Criteri di inclusione

Questa revisione narrativa della letteratura è stata eseguita da Dicembre 2023 a Marzo 2024. Sono stati selezionati 13 articoli . Di questi:

- 6 articoli riguardanti l'HERS, compresi in un periodo che va dal 2018 al 2023.
- 4 articoli riguardanti il trasferimento del paziente critico, compresi nell'arco di tempo che va dal 2012 al 2022.
- 3 articoli in merito al ruolo dell'infermiere nel team di emergenza, compresi dal 2015 al 2020.

Non è stato impostato un lasso di tempo definito per tutti e tre i campi, in quanto alcuni argomenti, relativamente recenti, sono stati riscontrati nella letteratura degli ultimi anni. Mentre per argomenti già consolidati, le fonti hanno fornito risultati in un periodo di tempo maggiore. Quindi, si è deciso, in partenza, di selezionare gli articoli più completi, in modo da garantire una comprensione dei concetti fondamentali.

I criteri di inclusione scelti, sono stati:

- Popolazione adulta
- Vittima di trauma maggiore
- Che beneficia del trattamento mediante Hybrid Emergency Room System
- Trasferimento intraospedaliero

3.5 Criteri di esclusione

i criteri di esclusione comprendono:

- Hybrid operating room
- Operating room
- Soccorso pre-ospedaliero

Sono stati selezionati questi criteri di esclusione, in quanto non è interesse di questa revisione, affrontare la tematica del trauma maggiore in età pediatrica e, neanche gli aspetti del soccorso sanitario pre-ospedaliero, dal momento che si è deciso di valutare gli attuali protocolli di trasferimenti intraospedalieri .

3.6 Fonti consultate

Per reperire il materiale, oggetto di ricerca, sono state utilizzate diverse fonti: PubMed, Google Scholar, Research gate, Cochrane, protocolli diagnostico-terapeutico assistenziali del trauma della regione Marche.

CAPITOLO 4 :RISULTATI

Dalla ricerca, sono stati selezionati 13 articoli, dai quali trarre le informazioni per rispondere al quesito alla base dell'elaborato.

1. Nella revisione di Kinoshita et al. (2021), risulta che l'HERS è stato associato ad un miglioramento di 1,03 QALY e, ad un incremento di 33,591\$ di costi di vita comparati con il convenzionale sistema di emergenza, che risultano in un ICER di 32,522\$ per ogni QALY guadagnato. L'ICER è stato più basso della soglia di disponibilità a pagare, se l'odds ratio a 28 giorni di mortalità fosse stato inferiore a 0.66. L'analisi della sensibilità probabilistica ha indicato che l'HERS è stato conveniente con una probabilità del 79,3%.

2. Nello studio caso-controllo di Kinoshita et al. (2019), su un totale di 2598 pazienti elegibili, 696 pazienti con trauma maggiore sono stati inclusi per le indagini: 360 nel gruppo convenzionale e 336 nel gruppo trattato con l'HERS. Il gruppo sottoposto a trattamento con HERS è stato significativamente associato ad una diminuzione della mortalità [adjusted odds ratio(aOR) 0,50 ; intervallo di confidenza (IC) 95% ,(0.29-0.85); p=0.011] e ad una riduzione della mortalità per emorragia [0.17(0.06-0.47); p=0.001]. I tempi di inizio della TC [gruppo convenzionale 26 (da 21 a 32) minuti vs gli 11 (da 8 a 16 minuti) minuti del gruppo sottoposto al trattamento con HERS; p <0.0001] e, delle procedure di emergenza [68 (da 51 a 85) minuti vs 47 (da 37 a 57) minuti; p<0.0001] sono stati entrambi più brevi nel gruppo trattato con l'HERS.

3. In questo studio caso-controllo di Kinoshita et al. (2018), dei 2686 pazienti elegibili, ammessi per trauma, nell'Osaka General Medical Center, durante gli 8 anni di studio, 10 sono stati identificati per ricevere, contemporaneamente, il controllo dell'emorragia ed il monitoraggio della PIC (pressione intra cranica). L'età degli assistiti era di 43 (30-60) anni . La gravità delle lesioni era estremamente elevata, come riportato dall'ISS= 58 (50-64) e, dal Trauma and Injury Severity Score (TRISS) Ps (probabilità di sopravvivenza) 0.15 (0.02-0.36). il 70% dei pazienti (7 su 10) hanno presentato una instabilità emodinamica entro i 30 minuti dall'arrivo in ospedale. I tempi registrati

dall'arrivo dei paziente sono stati: per esame TC , 9 (6-16) minuti; per le procedure di controllo delle emorragie, 29 (22-42) minuti e per l'intervento neurochirurgico, 39 (31-53) minuti. Quattro dei dieci pazienti (40%) sono sopravvissuti alla dimissione e, due di questi (20%) furono in grado di recuperare l'autonomia a 6 mesi dall'evento.

4. In questa revisione, della Japanese Association for Hybrid Emergency Room System (JA-HERS) del 2019, è stato analizzato lo studio caso-controllo di Kinoshita et al (2019), in cui si valutavano gli effetti degli interventi eseguiti nella sala HERS su 696 pazienti con trauma maggiore (ISS \geq 16), precedentemente discussi in un precedente articolo[18](punto 2). Sempre in questa revisione, è citato lo studio caso-controllo di Kinoshita et al. (2018), nel quale, è stata valutata l'efficacia dell'HERS negli esiti funzionali in pazienti con trauma cranico maggiore [14]. Il tempestivo trattamento del trauma cranico maggiore è essenziale per limitare danni secondari all'encefalo, così, il concetto dell'HERS potrebbe anche essere adatto per il trattamento del trauma cranico maggiore . Un esito sfavorevole a 6 mesi, come valutato dalla Glasgow Coma Score (GCS), è stato significativamente ridotto dopo l'installazione dell'HERS (aOR, 0.42; 95% IC, 0.18-0.93; p= 0.036). La forza dell'HERS, nel setting di cura del trauma, potrebbe non essere limitata solamente ai pazienti a rischio di sopravvivenza per shock emorragico, sottoposti a procedure di controllo del sanguinamento. Gli assistiti affetti da trauma cranico maggiore, con un'imminente erniazione, potrebbero trarre beneficio da questo sistema, grazie alla capacità di eseguire rapidamente un intervento neurochirurgico e di fornire immediate cure neurologiche.

5. Nella revisione di R. Matsumoto, S. Kuramoto, T. Muronoi et al. (2023) , un totale di 726 pazienti con patologie non correlate al trauma (426 uomini e 300 donne; età media : 72 anni, range interquartile : 54-84 anni) sono stati inclusi in questo studio . Complessivamente, 50 pazienti (6,9 %) erano in arresto cardiaco al momento o, prima, dell'ammissione nell'HERS e, 301 pazienti (41,5%) presentavano shock, esclusi quelli in arresto cardiaco. Trasfusioni di sangue sono state somministrate in 126 assistiti (17,4%). Ci sono stati 42 decessi (5,8%) entro le 24 ore dall'ingresso nell'HERS, e

141(19,4%) morti in ospedale. La chirurgia d'urgenza è stata eseguita, nell'HERS, su 39 pazienti, 7 (17,9%) avevano problematiche emorragiche e, 32 non presentavano emorragie. Le trasfusioni di sangue, sono state significativamente più frequenti nel gruppo interessato dall'emorragia rispetto al gruppo non interessato dall'emorragia (trasfusioni di sangue : 5 [71,4%] vs 6 [18,8%], $p=0.0122$). Ciononostante, non è stata osservata una importante differenza nella prognosi tra i due gruppi. Esami endoscopici sono stati eseguiti nell'HERS, in 122 pazienti (80 nel gruppo interessato dall'emorragia e 42 dal gruppo non interessato dall'emorragia). Lo shock e l'arresto cardiaco sono stati più frequenti nel gruppo di pazienti che presentavano sanguinamenti (70 [87,5%] vs i 28 [66,7%] , $p= 0.0084$) e, le trasfusioni di sangue, sono state più frequenti nel gruppo dei pazienti che presentavano emorragie (trasfusioni di sangue : 50 [62,5%] vs 2 [4,8%], $p < 0.0001$). Non sono state osservate importanti differenze nei decessi, entro le 24 ore , tra i due gruppi . Tecniche di radiologia interventistica sono state eseguite in 100 pazienti (68 nel gruppo interessato dai sanguinamenti e 32 nel gruppo non interessato dalle emorragie) . Le trasfusioni di sangue sono state più comuni nel gruppo interessato dai sanguinamenti (trasfusione di sangue : 46 [67,7%] vs 4 [12,5%], $p < 0,001$). Una analisi su più variabili, nei pazienti sottoposti ad esami endoscopici, ha mostrato una tendenza verso più morti intraospedaliere nelle condizioni non emorragiche ($or = 3.8$, 95% IC : 0.88-17 , $p= 0.073$); tuttavia, non è stata osservata una significativa relazione tra le morti intraospedaliere e le altre variabili.

6. Nella revisione di Wada et al.(2023), vengono analizzati vari aspetti dell'HERS. Gli autori riferiscono che, l'esecuzione della TC total-body, prima che si sia ottenuto il controllo dell'emorragia, potrebbe essere associato con un miglioramento della sopravvivenza, soprattutto quando il TRISS indica una probabilità di sopravvivenza, nei pazienti con trauma maggiore, inferiore al 50% [55]. Huber-Wagner et al.(2013), hanno anche segnalato che la sopravvivenza di assistiti emodinamicamente instabili, con trauma maggiore, è stata significativamente incrementata quando l'esecuzione della TC total body è avvenuta durante la fase rianimatoria [69]. Inoltre è stata evidenziata l'importanza dell'installazione della TC nella sala emergenza, per la diagnosi precoce,

durante la gestione del trauma. Come hanno mostrato diversi studi, l'installazione della TC, ha migliorato il lavoro nella sala di emergenza, facendo guadagnare tempo e aumentando i benefici per gli assistiti [70-71]. Gli studi condotti da Wada et al. (2012), hanno riscontrato una notevole riduzione di tempo, dall'arrivo alla TC, al DCS e, all'embolizzazione arteriosa transcateretere, nei pazienti trattati nell'HERS rispetto al trattamento convenzionale (10 contro 29 minuti, $p < 0,001$; 45 vs 108 minuti, $p = 0,004$; e 54 vs 75 minuti, $p = 0,007$, rispettivamente) [22]. Tatum et al (2021), in merito al tradizionale sistema di gestione del trauma, negli Stati Uniti, hanno notato come, nei pazienti interessati da gravi emorragie, preziosi minuti sono sprecati nei trasferimenti dalla sala di emergenza, verso le altre stanze. Tali trasferimenti possono essere fatali per i pazienti [72]. Kinoshita et al (2021), hanno investigato sull'efficacia in termini di costi, dell'utilizzo dell'HERS nei pazienti con trauma maggiore ma, senza trauma cranico maggiore.(punto 1). [60]. Dal momento che l'HERS, è organizzata all'interno di un'unica stanza, ciò potrebbe avere delle ricadute negative nei confronti di altri pazienti affetti da trauma, in quanto è disponibile un'unica stanza dove eseguire TC e manovre di emergenza. Questo ha anche delle ricadute sul versante economico, perché l'efficacia del modello di gestione del trauma viene ridotta, quando l'HERS è occupata. Frellesen et al. (2015), hanno segnalato che una porta scorrevole all'ingresso della TC, come parte di una soluzione a due stanze, senza radiologia interventistica, salva tempo prezioso nel processo diagnostico dei pazienti politraumatizzati, che risulta in una rapida ripresa dei flussi in entrata e uscita dalla TC [66]. Perciò nel luglio 2017, per incrementare il numero di pazienti da trattare, è stato implementato un nuovo modello di gestione del trauma che, includeva una doppia sala tac con radiologia interventistica (Dual room hybrid ER) presso il dipartimento di emergenza del Kansai Medical University General Medical Center [58]. Queste due stanze erano divise da una porta mobile, e una TC scanner scorrevole, si poteva spostare tra i due locali, a seconda dell'esigenza. Allo stesso modo, per provvedere al trattamento in contemporanea di due assistiti con traumi multipli, Kippnich et al. (2021), hanno introdotto un'area più ampia dove gestire il trauma, provvista di una doppia sala con un TC scanner scorrevole [67]. Sono stati misurati i tempi, dall'arrivo del paziente nella sala di emergenza, all'inizio

dell'esame TC e delle procedure chirurgiche d'urgenza, in modo da valutare i tempi di gestione del trauma , impiegando la Dual-room hybrid ER. I tempi di impiego sono risultati inferiori, quando confrontati con quelli della HERS tradizionale. Vi sono evidenze dei benefici dell'HERS in molteplici ambiti dell'emergenza sanitaria, Matsumura et al. (2020), hanno segnalato un raro caso di edema polmonare a pressione negativa , rischioso a causa delle serie complicazioni anestesologiche durante la fase di intubazione endotracheale, in quanto i pazienti non potrebbero essere adeguatamente gestiti con la ventilazione meccanica. La VV ECMO (ExtraCorporeal Membrane Oxygenation) è stata iniziata entro 18 minuti dall'ingresso del paziente nell'HERS, senza complicazioni, prevenendo l'arresto cardio-circolatorio [73]. Miyazaki et al. (2019), hanno riportato il trattamento nell'HERS di 9 pazienti con embolia polmonare che, richiedevano una ECPR (rianimazione cardiopolmonare extracorporea) tramite VA ECMO , 8 di questi sono sopravvissuti [74]. La loro esperienza ha mostrato che un più rapido e sicuro utilizzo dell'ECMO poteva essere raggiunto nell'HER. Tale soluzione poteva essere efficace, per il trattamento dell'embolia polmonare, richiedendo l'ECPR. In pazienti selezionati, vittime di arresto cardiaco extra-ospedaliero, l'ECPR potrebbe aumentare la sopravvivenza e garantire benefici neurologici. Uno studio retrospettivo ha riportato come l'HERS riduca l'incidenza di complicazioni derivanti dall'incannulazione, dei vasi sanguigni, per l'ECMO [75]. Perché il potenziale dell'HERS consenta di ridurre i tempi dell'ECPR e di velocizzare gli interventi , rispetto ai convenzionali schemi dell'ACLS. Hayashida et al. (2020), hanno descritto i concetti schematici dell'HERS che integravano la metodica ECPR. Gli autori hanno riportato come l'ACLS, associato all'HERS, potesse essere perfettamente integrato nella procedura di ECPR e, nelle procedure post-ECPR, includendo TC, coronarografia, PTCA, il tutto senza trasferire il paziente [76]. Kashiura et al. (2019), hanno riportato il caso di un paziente con ictus ischemico acuto sottoposto all'intero processo, dalla diagnosi al trattamento endovascolare. I tempi di inizio della procedura e di riperfusione, sono stati rispettivamente 85 e 159 minuti, più brevi rispetto a quelli dei pazienti trattati convenzionalmente per tale patologia, nella stessa struttura. Murai et al. (2020), hanno segnalato un caso di rapida diagnosi e trattamento di una rottura di un

aneurisma all'aorta addominale. Il tempo dall'ingresso nell'HERS, fino al trattamento risolutivo, è stato di 35 minuti [77]. Il loro caso ha sottolineato le potenzialità dell'HERS nel migliorare la velocità nella diagnosi e, la qualità, nel trattamento della rottura di un aneurisma aorto-addominale. I loro risultati, però, sono in contrasto con uno studio svolto negli Stati Uniti, in cui solo il 53,5% dei pazienti sottoposti ad un intervento urgente di riparazione di un aneurisma, a causa della rottura di un aneurisma aorto-addominale, hanno iniziato la procedura in un tempo ≤ 90 minuti [86]. Il primo studio osservazionale retrospettivo sulla quantità di unità di sangue per le trasfusioni, durante la rianimazione nella HER, è stato segnalato da Watanabe et al. (2021). La quantità di sangue trasfuso è stata notevolmente inferiore nel gruppo sottoposto a trattamento mediante HERS, rispetto al gruppo convenzionale (emazie concentrate: 8 vs 14 unità, $p=0,004$; globuli rossi: 2 vs 6 unità, $p=0,012$; plasma fresco congelato: 6 vs 9 unità, $p=0,021$) [59]. Questa differenza è rimasta dopo la corrispondenza del punteggio di propensione (emazie concentrate : 6 [4-16,5] vs 28 [10-54] unità, $p=0,015$; globuli rossi: 2 [0-8,5] vs 8 [2,75-26,5] unità, $p=0,020$; plasma fresco congelato: 6 [3,5-7,5] vs 18 [5,5-27] unità, $p=0,057$). Ito et al. (2020), hanno riportato che l'HERS ha migliorato la tempestività dell'angioembolizzazione nei pazienti con frattura pelvica e, come tale sistema potrebbe aumentare la sopravvivenza di coloro in condizioni critiche [56]. Kinoshita et al. (2018) hanno descritto un esito in 10 pazienti, sottoposti contemporaneamente a procedure di controllo dell'emorragia e, di misurazione della PIC, nella HER [25]. Wada et al. (2021), hanno riportato un caso di grave trauma contusivo, trattato nell'HER, mediante pneumectomia totale combinata, riparazione endovascolare di un aneurisma aorto-toracico, craniotomia per drenaggio di un ematoma subdurale, insieme al monitoraggio della PIC [79]. In questa revisione sono anche descritti dei potenziali svantaggi inerenti l'utilizzo dell'HERS. Infatti Watanabe et al. (2021), suggeriscono che l'esposizione alle radiazioni dovrebbe essere ridotta, per gli esami medici, e che una accurata dose di radiazioni, dovrebbe essere valutata in futuro [59]. Ito et al. (2019), hanno sottolineato che, dal momento che l'HERS è situata in una sala emergenza, ci potrebbe essere un incremento del rischio di infezioni nei pazienti sottoposti a procedure chirurgiche come la DCS [21].

7. Nella revisione sistematica e meta-analisi di M. Murata, N. Nakagawa, T. Kawasaki et al. (2022), è stata affrontata la tematica degli eventi avversi durante il trasporto intraospedaliero del paziente critico. In totale, 1540 articoli sono stati identificati e selezionati, di questi, 24 sono stati esclusi in quanto duplicati e, 1479 esclusi dopo la selezione. I restanti 36 articoli sono stati sottoposti ad una analisi completa del testo che, è risultata nell'inclusione di 24 articoli (12.313 trasporti intraospedalieri e 1898 pazienti). La frequenza totale di tutti gli eventi avversi è stata del 26,2% (95%IC: 15,0-39,2) e, l'eterogeneità tra gli studi è risultata alta ($I^2=99,2\%$ e $97,2\%$ rispettivamente). Le più comuni tipologie di eventi avversi sono state di carattere neurologico, cardiovascolare, respiratorio e di problematiche connesse ai dispositivi. Diversi studi, hanno incluso i ritardi nei trasferimenti, come evento avverso [49-50-51-52-53-54]. Sono stati spesso riportati eventi avversi legati alle condizioni cliniche degli assistiti, come desaturazione, ipotensione, ipertensione, aritmia, comprendendo arresto cardiaco e agitazione. In particolare, gli eventi avversi riconducibili ai dispositivi medicali, accadono frequentemente, come ad esempio, il malfunzionamento di equipaggiamenti, le rimozioni accidentali, bombole dell'ossigeno vuote e, disconnessione del ventilatore portatile. I decessi causati dal trasporto intraospedaliero o da eventi avversi pericolosi per la vita, sono stati meno frequenti. La frequenza totale dei decessi, legata al trasferimento, è stata dello 0%, mentre la frequenza degli eventi avversi durante il trasporto è stata del 1,47%(95%IC 0,43-2,95) e, l'eterogeneità tra gli studi è stata elevata ($I^2 = 92,6\%$). La frequenza totale di eventi avversi minori, riguardanti i parametri vitali e gli equipaggiamenti è stata del 20,7% (95%IC 11,8-31,4) e 8,97% (95%IC 3,97-15,6), rispettivamente e, c'è stata un'alta eterogeneità ($I^2= 99,2$ e $97,2\%$, rispettivamente).

8. Nello studio osservazionale prospettico di coorte di Nonami S. et al (2022), sono stati valutati un totale di 117 trasporti con 117 assistiti. In 109 casi (93,2%), i trasporti sono stati eseguiti per esami diagnostici, mentre nei rimanenti 8, per l'esecuzione di procedure.

Tra i 117 trasferimenti eseguiti, si sono registrati 22 eventi avversi, in 20 trasporti(17,1%):

- Instabilità del paziente (54,5%): ipossia (4 eventi); ipotensione (4 eventi); agitazione (2 eventi); vomito (1 evento); ipertensione (1 evento)
- eventi correlati ai dispositivi intravascolari (18,2%): errata connessione delle linee endovenose (3 eventi); errato posizionamento del tubo endotracheale (1 evento);
- eventi connessi agli equipaggiamenti(13,6%): errata connessione al circuito di ossigeno (1 evento); batteria della pompa ad infusione scarica (1 evento); danni ai presidi (1 evento).
- Ritardi ed errori di comunicazione (4,5%): ritardo nella partenza (1 evento)
- altri (9,1%): ri-esecuzione della TC (1 evento); caduta di un oggetto sulla testa del paziente (1 evento).

Di questi 20 trasporti, 9 (7,7%) sono stati interessati da seri eventi avversi , che hanno richiesto trattamenti. Tutti gli eventi avversi gravi, sono stati attribuiti all'instabilità del paziente, con l'ipossiemia, come problematica più frequente.

Un'analisi con variabili predeterminate (sedazione, gravità della malattia e BMI), è stata eseguita per identificare i fattori associati ad un incremento di eventi avversi durante il trasporto del paziente critico. Tuttavia , a causa di dati mancanti, solo i dati di 109 su 117 trasferimenti, sono stati considerati. Successivamente, solo la somministrazione di sedativi, è stata correlata con l'insorgenza di eventi avversi (OR 2,9 ; 95%IC , 1,0-8,5; p=0,04).

9. Nello studio osservazionale di Alberto Lucchini et al. (2012), sono stati analizzati 50 pazienti ricoverati in terapia intensiva e ventilati invasivamente, sottoposti a 68 trasporti intraospedalieri verso il dipartimento di radiodiagnostica. L'obiettivo era quello di valutare i benefici di un nuovo sistema per il trasporto del paziente critico. Tale sistema è basato sull'utilizzo di un tavolo radio-compatibile abbinata ad un dispositivo per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromedicali, che viene agganciato alla tavola sopra le gambe del paziente.

Il rapporto medio pO₂/FiO₂ pre-trasporto, è stato di 218.2 (±95.31), quello post-trasporto di 220.8 (±103.5-p 0.717). Non si sono verificate differenze significative pre/post trasporto, per quanto riguarda i seguenti parametri vitali: FC (differenza pre/post p=0.345), sABP(p=0.696), mABP(p=0.631), SatO_{2a}(p=0.241) , RR (p=0.454), FiO₂(p=0.013), PEEP (p=0.754), PSV (p=0.005). Non si sono registrate complicanze relative alla dislocazione di presidi medicali (linee infusionali,drenaggi toracici,via aerea artificiale). L'instabilità emodinamica, identificata come il cambiamento di più del 10% dal valore basale, si è verificata in 3 trasporti (4%). Il tempo totale medio di trasporto, dalla preparazione al ripristino, è stato, nei 68 trasporti, di 100 minuti (DS±44.81-Range 35-215 minuti.) Nel campione in studio 6 trasporti (8%) hanno riguardato pazienti sottoposti a circolazione extracorporea (ECMO).

Le complicanze registrate sono state catalogate:

- Problematiche elettriche relative alle batterie delle apparecchiature elettromedicali : 0
- Dislocazione di cateteri vascolari : 0
- Dislocazione della via aerea artificiale: 0
- Instabilità emodinamica in 7 trasporti (10%) con necessità di incremento dei farmaci vasoattivi presenti
- Instabilità respiratoria in 3 trasporti (4%) con incremento della FiO₂ di più del 10% dal valore basale
- Tempi di attesa non programmati al di fuori della terapia intensiva in 2 trasporti (3%)

Non si sono verificate complicanze maggiori quali arresto cardio-circolatorio o decesso del paziente

10. Nella ricerca bibliografica di Stefano Elli et al. (2013), gli autori si sono prefissati l'obiettivo di proporre/testare uno strumento per standardizzare le procedure, ridurre i rischi e monitorare gli eventi avversi. Sono state raccolte, nel periodo compreso tra dicembre 2012 e febbraio 2013, 54 liste di controllo compilate correttamente, di cui 8 (14%) provenienti dalla T.I neurochirurgica, 14 (26%) dalla T.I Generale dell'ospedale

San Gerardo di Monza e 32(60%) dalla rianimazione/T.I.P.O dell'ospedale civile di Legnano.

Durante la raccolta dati sono stati registrati 54 trasporti, di cui 41 (76%) in TC, 8 (15%) in RM, 3 (5%) in sala operatoria e 2 (4%) in emodinamica.

Nel 50% dei trasporti intraospedalieri si sono verificati incidenti . I principali eventi avversi riguardano il deterioramento clinico, i problemi tecnici e i problemi legati al team . Le complicanze più frequenti riguardano la mobilitazione (42,59%) e il peggioramento clinico (37,04%). Gli eventi avversi non sono risultati correlati alla gravità del paziente trasportato.

11. Alana Clements et al. (2015), hanno condotto un sondaggio sullo staff di infermieri che prestavano servizio nella sala di emergenza, in merito alla percezione di leadership, comunicazione e, documentazione, prima e dopo l'implementazione del ruolo di infermiere leader. Lo studio è stato condotto da Marzo 2011 (pre-test) a Luglio 2011 (post-test) al St George Hospital, il maggior trauma center di Sydney, Australia. La comunicazione tendeva al miglioramento . Tutti (100%) coloro che hanno risposto post-test, hanno dichiarato di avere compreso in misura da buono ad eccellente, il loro ruolo, rispetto al 93,2% post-studio. C'è stata una diminuzione (da 58,1% a 12,5%) di aspetti negativi della comunicazione, come gli atteggiamenti intimidatori . La leadership infermieristica ha avuto un incremento del del 6,7%, in coloro che hanno descritto la leadership infermieristica da buona ad eccellente. Inoltre è stata migliorata l'accuratezza della documentazione clinica ($p=0,025$).

12. Nello studio di V. Kristen Peters et al.(2017) , è stato descritto il TeamSTEPPS (Team Strategies & Tools to Enhance Performance & Patient Safety), un programma di addestramento congiunto tra infermieri e medici, che prevede l'utilizzo della simulazione. Tale programma ha coinvolto anche molti infermieri dell'area dell'emergenza. I risultati hanno dimostrato evidenze crescenti che collegano la formazione sul lavoro di squadra nella gestione del trauma alla conoscenza e alla fiducia

in se stessi nel giudizio clinico, alle prestazioni del team, ai risultati dei pazienti e alla qualità delle cure.

13. Nello studio trasversale di Karen Donelan. (2020), è stato condotto un sondaggio a livello nazionale, negli USA, che coinvolgeva infermieri e medici del settore dell'area critica. In un campione iniziale che comprendeva $n = 2.063$ professionisti sanitari, $n = 1.031$ infermieri e $n = 1.032$ medici nelle specialità ammissibili. Di questi, il 63,5% degli infermieri e il 70,1% dei medici hanno completato e restituito il sondaggio. Sono state 814 le rilevazioni completate, escludendo i professionisti non idonei per mancanza di pratica attuale in una specialità pertinente, in quanto il loro ambiente di lavoro era al di fuori delle unità di emergenza-urgenza. Non ci sono state differenze significative nel tasso di risposta per specialità. Si sono osservate numerose differenze tra gli infermieri e i medici intervistati, sia nel complesso che, all'interno dei gruppi specialistici. Il 55% degli infermieri e l'82% dei medici, hanno concordato che il loro ruolo all'interno del team è chiaro, mentre il 34% dei medici e il 42% degli infermieri, condividevano che il loro team erano un esempio di eccellente lavoro di squadra tra professionisti ($p=0.021$). Il 41% dei medici e il 37% degli infermieri hanno affermato che i loro team sono "preparati per fornire cure eccezionali in caso di crisi o disastri". La percezione chiara dei ruoli è stata significativamente associata ad un incremento della percezione di eccellente lavoro di squadra e preparazione in caso di disastri.

CAPITOLO 5: DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

5.1 Discussione

Confrontando tutta la letteratura ottenuta dalla ricerca effettuata, si può affermare che il sistema dell'Hybrid Emergency Room System, è un modello innovativo di gestione del paziente affetto da trauma maggiore. Tale sistema garantirebbe una migliore presa in carico del paziente, in quanto il team (trauma team) che accoglie il malato nella sala di emergenza, lo assiste sia durante le fasi iniziali di gestione del trauma, sia durante tutte

le manovre diagnostico-terapeutiche , in quanto non vi è necessità di un trasferimento dell'assistito. Si otterrà così un miglioramento della sopravvivenza e, una riduzione dei tempi di inizio delle indagini diagnostiche, come riportato nello studio caso-controllo di Kinoshita et al. (2019).

Inoltre sempre dai risultati della ricerca, è emerso come tale sistema sia idoneo a trattare patologie tempo-dipendenti di natura non-traumatica o, come tale metodica possa contribuire notevolmente alla riduzione delle trasfusioni di sangue in emergenza. Anche a livello di costi, nella revisione di Kinoshita et al. (2021) , è risultato come l'HERS sia associata ad un miglioramento di 1,03 QALY e, ad un incremento di 33,591\$ di costi di vita comparati con il convenzionale sistema di emergenza . L'analisi della sensibilità probabilistica ha indicato che l'HERS era conveniente ,con una probabilità del 79,3%.

Altri vantaggi dell'HERS , consistono in:

-Gestione integrata: L'hybrid emergency room system integra differenti risorse ed expertise nella gestione di diverse emergenze. Questo può migliorare i tempi e la coordinazione nella risposta all'emergenza [55] .

-Condivisione di risorse : L'HERS può, in maniera efficiente, condividere varie risorse (umane, equipaggiamenti, strutture, mezzi)[56].

-Flessibilità ed adattabilità: Tale sistema è in grado di fornire una struttura flessibile per adattarsi a vari scenari di emergenza . Questa caratteristica consente anche di supportare efficacemente la comunicazione tra i vari team sanitari[57].

L'elevata complessità di tale sistema, oltre ad avere numerosi vantaggi, comporta anche diversi svantaggi, caratteristici dei sistemi dotati di alta tecnologia , di complesse procedure operative e da una eterogeneità di personale coinvolto. Possiamo annoverare:

-La complessità: L'Hybrid emergency room system può essere complesso, perché richiede l'integrazione di diverse risorse e protocolli . Questa complessità può porre delle sfide in termini di addestramento, coordinazione e gestione [58].

-Conflitti nella comunicazione: la coordinazione e la comunicazione tra differenti team medici, in tale sistema, può essere conflittuale . Instaurare efficaci canali di comunicazione , risulta essere una prerogativa indispensabile per il buon esito dell'assistenza al paziente.

-Coesione del team e addestramento: L'HERS può richiedere che diversi team medici e di emergenza, lavorino in sinergia . Il raggiungimento di coesione e armonia nell'ambiente lavorativo, tra i team, implica ulteriore addestramento e formazione.

-Esposizione alle radiazioni : sebbene non ci sono rapporti riguardo la valutazione dell'esposizione alle radiazioni nell'HERS, Watanabe et al.(2021) , suggeriscono che tale esposizione dovrebbe essere ridotta per gli esami ed una accurata misurazione delle radiazioni, in futuro, è consigliata[59].

-Infezioni: Ito et al (2019), sottolineano che, essendo la Hybrid emergency room , situata in una sala d'emergenza, ci potrebbe essere un aumento del rischio di complicazioni infettive nei pazienti sottoposti a manovre di chirurgia d'urgenza, come la damage control surgery (DCS). Ma gli autori convengono che ulteriori indagini , riguardo questo aspetto, sono necessarie[21].

-Limiti strutturali: In alcune regioni, ci possono essere limitate infrastrutture e risorse da stanziare per l'introduzione della Hybrid emergency room system. In particolare in aree rurali o paesi in via di sviluppo, l'adozione diffusa dell'HERS, potrebbe essere difficoltosa. Nel panorama italiano, ad esempio, diverse strutture sanitarie sono datate e ,nel tempo, non hanno seguito né l'evoluzione tecnologia né un processo di ammodernamento strutturale, quindi l'installazione delle diverse componenti del sistema in questione, risulterebbe complessa.

-Costi elevati: L'HERS è molto avanzato e ,confrontato sulla base della tecnologia , rispetto ai tradizionali sistemi di emergenza ospedaliera, può incrementare i costi di investimento a breve termine e, può necessitare di ulteriori specialisti, incrementando ancora di più la spesa. Sono inoltre da considerare gli investimenti per l'operatività di questo sistema e per l'addestramento del personale [60].

Attualmente , nelle realtà sprovviste di HERS, si ricorre, per l'attuazione dell'intero iter diagnostico-terapeutico del paziente traumatizzato, i pazienti vengono assistiti dal personale sanitario nella sala d'emergenza e, se necessario, vengono trasferiti nella sala tac e, infine, avviene il trasferimento nella sala operatoria o nella sala di radiologia interventistica, se indicato. Finchè non si ha una definitiva terapia, il paziente è ripetutamente trasferito in diverse sale [28]. Il movimento tra queste sale, può essere

fatale . Inoltre, un ritardo nell'emostasi induce un prolungamento dello shock emorragico e della coagulopatia, rendendo molto difficile garantire l'emostasi[29-30]. I trasferimenti del malato critico all'interno della struttura ospedaliera, non sono esenti da rischi . Negli attuali PDTA del trauma, il trasferimento ospedaliero è, di fatto, un evento estremamente frequente, che coinvolge particolarmente le unità operative afferenti al Dipartimento di Emergenza e Accettazione (DEA), quali pronto soccorso, terapie intensive, sale operatorie, diagnostiche strumentali e radiologie interventistiche. Sono numerose le procedure diagnostiche (TC, RM, angiografie) e terapeutiche (interventi chirurgici, angioplastiche ecc...) che, non dilazionabili nel tempo, data la loro importanza, non sono eseguibili al letto del paziente, per problemi clinici e logistici di varia natura [31].

Ci sono una serie di fattori che, in misura variabile, possono comportare potenziali rischi od ostacoli per il corretto svolgimento delle operazioni e, quindi, per la sicurezza del paziente:

_Struttura architettonica ospedaliera: In molti ospedali , le unità afferenti al DEA, non sono collocate in prossimità l'una dell'altra, determinando così la necessità di percorrere lunghe distanze ed incrementando, in tal modo, i tempi di trasporto. Inoltre la concezione tradizionale alla base della progettazione della maggior parte delle strutture ospedaliere attualmente in funzione, non ha sufficientemente retto al progressivo sviluppo delle tecnologie a disposizione delle prestazioni diagnostico -terapeutiche : numerose strutture ospedaliere hanno, tuttora, rilevanti problemi connessi a vere e proprie barriere architettoniche, a cominciare dalle insufficienti dimensioni degli ascensori e dai limiti di praticabilità, per il passaggio con barelle, di porte ,corridoi e percorsi.

_Personale incaricato al trasferimento: esperienze riportate dalla letteratura anglosassone, hanno dimostrato che l'utilizzo di team infermieristici dedicati esclusivamente al trasferimento intra ed extraospedaliero dei pazienti, riduce sensibilmente i rischi e le complicanze legate a questo tipo di pratica ed aumenta la qualità delle prestazioni erogate, con effetti benefici per gli assistiti [32]. In molte

strutture italiane, per la gestione del trasporto ospedaliero, si utilizza la CLASSIFICAZIONE DI EHERENWERTH DEL RISCHIO DI TRASPORTO [33].

_Aspetti riguardanti l'unità operativa di destinazione: il personale incaricato del trasporto, in merito all'unità operativa di destinazione, deve conoscere : presenza di personale di supporto, numero di prese di alimentazione elettrica, disponibilità di erogazione di gas medicali ed aspirazione da sistema centralizzato. Inoltre è indispensabile prendere accordi sui tempi di inizio del trasferimento, onde evitare che il paziente debba sopportare inutili tempi di attesa.

_Il timing: il rischio di sviluppare complicanze ed incidenti per il paziente è direttamente proporzionale al tempo di permanenza fuori dall'ambiente di alta criticità. Inoltre bisogna considerare una quota di tempi imprevisti, legati ad inconvenienti che possono verificarsi durante l'esecuzione delle procedure diagnostiche e terapeutiche e che possono perciò provocare ritardi inaspettati.

_La disponibilità di tecnologie : le procedure di trasferimento intraospedaliero richiedono, secondo le condizioni cliniche del paziente, livelli diversi di monitoraggio delle funzioni vitali. Maggiore sarà la tecnologia a disposizione, migliori saranno le garanzie di sicurezza del paziente. Numerosi studi hanno indicato la strumentazione indispensabile per il monitoraggio e il supporto del paziente durante il trasferimento [34-35-36-37-38-39-40]:

1. Monitor multiparametrico a batteria, con possibilità di connessione alla rete elettrica : tracciato ecg, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, pulsossimetria, misurazione della pressione arteriosa invasiva (IBP) o non invasiva (NIBP), pressione venosa centrale, CO₂ di fine espirazione (ETCO₂), temperatura corporea ecc... inoltre la funzione di defibrillatore e di pacing cardiaco esterno.
2. Ventilatori volumetrici da trasporto. Raccomandati per i pazienti sottoposti a ventilazione meccanica a pressione positiva (VAM).
3. Pompe infusionali a batteria, con possibilità di alimentazione mediante rete elettrica.
4. Riserva di ossigeno (O₂) in bombole.
5. Aspiratore di liquidi portatile .

6. Borsa o zaino con all'interno: dispositivi per il controllo delle vie aeree (laringoscopio, set di lame, tubi endotracheali, set presidi extraglottici, introduttore, kit accesso tracheale rapido...); pallone manuale autoespandibile (AMBU) con valvola di PEEP e reservoir (considerare sempre il possibile guasto al ventilatore polmonare), completo di set di maschere e con la possibilità di collegare una valvola meccanica di PEEP; scorta di infusioni e relativo materiale d'uso; contenitore per farmaci di emergenza; dotazione di particolari presidi necessari per il tipo di paziente trasportato (ad esempio la valvola di Heimlich di scorta in caso di drenaggio toracico e clamps). L'adozione di una barella con 4 ruote snodabili e relativo sistema di bloccaggio, vano libero sottostante, sponde laterali, piano rialzabile e movimentabile in più segmenti (con possibilità di adozione delle posizioni declive e proclive) e, appoggio per la strumentazione elettronica, rappresenta senz'altro il mezzo più idoneo al trasporto, limitando anche il rischio di danni, strutturali e personali, da urti e trazionamenti, favorendo l'ergonomia durante le manovre di spostamento del malato [31].

In alternativa si può utilizzare, per il trasporto di questi pazienti, una tavola rigida radio compatibile abbinata ad un sistema rimovibile, che garantisca l'alloggiamento stabile delle apparecchiature elettromedicali [41]. L'utilizzo di un piano rigido a cui assicurare il paziente, permette di ridurre i traumatismi indotti dallo spostamento tra un piano e l'altro (passaggio letto degenza/lettino TAC), che spesso sono causa di eventi avversi [42] e, offre un supporto stabile a cui fissare linee infusionali e drenaggi. La presenza di una tavola spinale consente l'applicazione di una struttura metallica solidale con il paziente in cui trovano alloggiamento tutte le apparecchiature necessarie durante il trasporto. Una scatola di derivazione integrata nella struttura permette di erogare energia a tutti i dispositivi [43].

_Le possibili alterazioni nella fisiologia del paziente critico durante il trasporto intraospedaliero: sono possibili complicanze come pneumotorace, alterazioni elettrocardiografiche, arresto cardiorespiratorio, aritmie, diminuzione della SaO₂, alterazioni metaboliche, ipo-ipertensione, brachi-tachiaritmia [44-45-46-47-48].

_Eventi avversi: si possono considerare il dislocamento o la perdita di linee venose periferiche e/o centrali (o arteriose), con relativa emorragia, l'estubazione accidentale o

il dislocamento del tubo o della cannula endotracheale , l'esaurimento delle riserve di O2 durante il trasporto, l'esaurimento delle batterie elettriche dello strumentario elettronico, l'inadeguata immobilizzazione delle fratture o il dislocamento dei dispositivi di immobilizzazione, il distacco del paziente dal ventilatore automatico, la rimozione accidentale o la deconnessione dei tubi di drenaggio (in particolare del drenaggio toracico), l'occlusione accidentale dei tubi di drenaggio, del device endotracheale, delle linee intravascolari, l'incuneamento accidentale del catetere di Swan Ganz, la caduta accidentale degli apparecchi di monitoraggio, il distacco degli elettrodi ecg. [49-50-51-52-53-54-31]. Infatti nella revisione sistematica e meta-analisi di M. Murata, N. Nakagawa, T. Kawasaki et al. (2022), citata in precedenza, è stata riportata la casistica degli eventi avversi di 12.313 trasporti intraospedalieri e 1898 pazienti. La frequenza totale di tutti gli eventi avversi è stata di 26,2% (95%IC: 15,0-39,2) . Le più comuni tipologie di eventi avversi sono state di carattere neurologico, cardiovascolare, respiratorio e di problematiche connesse ai dispositivi. Diversi studi, hanno incluso i ritardi nei trasferimenti, come evento avverso [49-50-51-52-53-54]. Sono stati spesso riportati eventi avversi legati alle condizioni cliniche degli assistiti, al malfunzionamento di equipaggiamenti, alle rimozioni accidentali, bombole dell'ossigeno vuote e, disconnessione del ventilatore portatile. I decessi causati dal trasporto intraospedaliero o da eventi avversi pericolosi per la vita, sono stati meno frequenti. La frequenza totale è stata del 1,47%(95%IC 0,43-2,95), e l'eterogeneità tra gli studi è stata elevata ($I^2 = 92,6\%$). la frequenza totale dei decessi dovuti al trasferimento intraospedaliero è stata dello 0%. La frequenza totale di eventi avversi minori , riguardanti i parametri vitali e gli equipaggiamenti è stata del 20,7%(95%IC 11,8-31,4) e 8,97%(95%IC 3,97-15,6), rispettivamente.

Ultimo aspetto analizzato, ma non meno importante, è il lavoro in team, necessario per lo svolgimento di tutte le attività assistenziali, all'interno di questo sistema che, può essere, un punto di forza , dal momento che coinvolge diverse professionalità, ma anche un limite, in quanto potrebbero generarsi conflitti sulla comunicazione e sulla chiarezza dei ruoli, come riportato dal sondaggio di Alana Clements et al. (2015).

L'infermiere in tale contesto ha un ruolo fondamentale, sono membri essenziali nei team che assistono i pazienti affetti da trauma maggiore. Fino a poco tempo fa, infermieri e medici avevano una visione di leadership e ruoli di supporto, diversa. Con l'avvento dei team multidisciplinari di gestione del trauma (trauma team), è avvenuta la formazione e l'addestramento dell'intero team.[62]

Il lavoro degli infermieri nella fase acuta del trauma, è una componente essenziale del trauma team. Nello studio di V. Kristen Peters et al.(2017), in merito all'addestramento congiunto di infermieri e medici, con l'ausilio della simulazione, i risultati hanno dimostrato un nesso tra, la formazione nel lavoro di squadra e, le prestazioni del team, negli esiti e nella qualità delle cure fornite agli assistiti.

Gli infermieri devono avere competenze riguardo comunicazione nel team, gestione e sviluppo di competenze per garantire un'ottima assistenza ai pazienti traumatici critici. La competenza nella comunicazione nel lavoro d'equipe è alla base della sicurezza e della alta qualità dell'assistenza [63-64]. Una inefficace comunicazione e una mancanza di lavoro di squadra, rappresentano la maggioranza degli errori nel processo di cura nei setting ad alto rischio [64], soprattutto nei trauma team [65].

Gli infermieri sono parte integrante nei trauma team dei dipartimenti di emergenza e, il loro contributo, attraverso la qualità dell'assistenza, in aggiunta ad una efficace comunicazione, leadership e lavoro di squadra, in definitiva garantisce un miglioramento degli outcomes del paziente (Clements and Curtis, 2012).

5.2 Conclusioni

Il presente studio si è posto l'obiettivo di valutare la sopravvivenza e la qualità di cura dei pazienti affetti da trauma maggiore, utilizzando la Hybrid emergency room system, rispetto ad una gestione senza tale metodologia. Da quanto emerso dalla letteratura, l'HERS è una metodica che può sicuramente migliorare la sopravvivenza e la qualità delle cure delle persone colpite da trauma maggiore.

Allo stato attuale, tale metodica, presente in Giappone e nei paesi limitrofi, dovrebbe essere adottata dal nostro Sistema Sanitario Nazionale, segnando un passo in avanti per

quanto riguarda la modernizzazione delle cure in Italia. Ovviamente non sarà un processo immediato e privo di ostacoli, però agevolerebbe e gratificherebbe notevolmente il lavoro dei professionisti sanitari e, la qualità dell'assistenza degli utenti che afferiscono al Dipartimento di Emergenza e Accettazione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Chiaranda, Urgenze ed Emergenze. Istituzioni. Padova, Piccin-Nuova Libreria, Quarta edizione, 2016
- [2] Scaglione M. et al. (2012). La TCMD nel trauma ad elevata energia, Springer-Verlag Italia, 2012.
- [3] G. Sessa, O. Chiara, F. M. Donelli, R. Adani, L. Amendola, P. Barca, R. Busa, R. Capanna, F. Ceccarelli, Trauma – La gestione del paziente. Como, Griffin, 2018
- [4] Principi T. et al. (2018). Protocollo Trauma Maggiore, Gestione del Trauma Maggiore Dea I livello-Percorso Intraospedaliero- Team A e Team B , 2018.
- [5] Gondek S., Schroeder ME., Sarani B. (2017). Assessment and Resuscitation in Trauma Management. doi:10.1016/j.suc.2017.06.001
- [6] Marsden NJ, Tuma F. (2023). Polytraumatized Patient. Natl Libr Med. Published online 2023:2-15. Accessed April 6, 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119313/>
- [7] Baker CC., Oppenheimer L., Stephens B., Lewis FR., Trunkey DD. (1980). Epidemiology of trauma deaths. Am J Surg. 1980;140(1):144-150. doi:10.1016/0002-9610(80)90431-6
- [8] Dodaro C., Il paziente politraumatizzato: assistenza infermieristica, Ali&No, 2007
- [9] Miele V. et al. Diagnostica per immagini nel trauma maggiore, Elsevier Srl., 2010.
- [10] Advanced Trauma Life Support® Student Course Manual (ATLS®), 2004.
- [11] Azienda Ospedaliera di Perugia. Percorso Intraospedaliero per la Gestione del Paziente con trauma maggiore e/o Politraumatizzato PA_AzOsp_05 Rev. 01 Data dicembre 2016
- [12] PDTA del paziente con trauma maggiore N°REV00 15/02/2017 Ospedali Riuniti Ancona.
- [13] Wada D., Nakamori Y., Yamakawa K., Fujimi S. (2012). First clinical experience with IVR-CT system in the emergency room: positive impact on trauma workflow. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2012;20:52
- [14] Kinoshita T., Hayashi M., Yamakawa K., Watanabe A., Yoshimura J., Hamasaki T., et al. (2018). Effect of the hybrid emergency room system on functional outcome in patients with severe traumatic brain injury. World Neurosurg. 2018;118: e792–9.

- [15] K. Yamakawa et al. (2019). The hybrid emergency room system: a novel trauma evaluation and care system created in Japan. *Acute Medicine & Surgery* 2019; 6: 247–251
- [16] Watanabe et al. (2018). First establishment of a new table-rotated-type hybrid emergency room system. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2018) 26:80 <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0532>
- [17] Kinoshita T., Hayashi M., Yamakawa K., Watanabe A., Yoshimura J., Hamasaki T., et al. (2018). Effect of the hybrid emergency room system on functional outcome in patients with severe traumatic brain injury. *World Neurosurg.* 2018;118: e792–9.
- [18] Kinoshita T, Yamakawa K, Matsuda H, Yoshikawa Y, Wada D, Hamasaki T, et al. (2019) .The survival benefit of a novel trauma workflow that includes immediate whole-body computed tomography, surgery, and interventional radiology, all in one trauma resuscitation room: a retrospective historical control study. *Ann Surg.* 2019. <https://doi.org/10.1097/SLA>.
- [19] Matsumoto J., Lohman BD., Morimoto K., Ichinose Y., Hattori T., Taira Y. (2015). Damage control interventional radiology (DCIR) in prompt and rapid endovascular strategies in trauma occasions (PRESTO): a new paradigm. *Diagn Interv Imaging.* 2015;96:687–91. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.06.001>.
- [20] Mathew JK, Fitzgerald MC. (2022). Damage control interventional radiology (DCIR): evolving value of interventional radiology in trauma. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2022; 45:1757–8. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03241-9>.
- [21] Ito K., Nagao T., Nakazawa K., Kato A., Chiba H., Kondo H., et al.(2019). Simultaneous damage control surgery and endovascular procedures for patients with blunt trauma in the hybrid emergency room system: new multidisciplinary trauma team building. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;86:160–2 .
- [22] Wada D, Nakamori Y, Yamakawa K, Fujimi S. (2012).First clinical experience with IVR-CT system in the emergency room: positive impact on trauma workflow. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:52. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-20-52>.
- [23] Watanabe H., Matsumoto R., Kuramoto S., Muronoi T., Oka K., Shimojo Y., et al. (2021). Hybrid emergency rooms reduce the requirement of blood transfusion in

patients with severe trauma. *World J Emerg Surg.* 2021;16:34.

<https://doi.org/10.1186/s13017-021-00377-w>.

[24] Nishimura T., Ochi T., Ijuin S., Nakayama H., Matsuyama S., Ishihara S., et al. (2022). Treatment of a gunshot wound (birdshot) patient with traumatic shock in a hybrid emergency room. *Trauma Case Rep.* 2022;40:100659.

<https://doi.org/10.1016/j.tcr.2022.100659>.

[25] Kinoshita T., Yamakawa K., Yoshimura J., Watanabe A., Matsumura Y., Ito K., et al. (2018). First clinical experiences of concurrent bleeding control and intracranial pressure monitoring using a hybrid emergency room system in patients with multiple injuries. *World J Emerg Surg.* 2018;13:56. <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0218-x>.

[26] Ijuin S., Inoue A., Ishihara S., Suga M., Nishimura T., Kikuta S., et al. (2022). A novel extracorporeal cardiopulmonary resuscitation strategy using a hybrid emergency room for patients with pulseless electrical activity. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2022;30: 37. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01024-2>.

[27] Ryo Matsumoto, MD a,b, Shunsuke Kuramoto, MD a,b , Tomohiro Muronoi, MD PhD a,b , Kazuyuki Oka, MD a,b , Yoshihide Shimojyo, MD PhD a,b , Akihiko Kidani, MD PhD a,b , Eiji Hira, MD PhD a,b , Hiroaki Watanabe, MD PhD a,b .(2023).

Effective use of the hybrid emergency Department system in the treatment of non-traumatic critical care diseases *American Journal of Emergency Medicine* 74 (2023) 159–164 <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.10.010>

[28] Watanabe et al.(2018). First establishment of a new table-rotated-type hybrid emergency room system *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2018) 26:80 <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0532>

[29] Matsumoto J, Lohman BD, Morimoto K, Ichinose Y, Hattori T, Taira Y. (2015). Damage control interventional radiology (DCIR) in prompt and rapid endovascular strategies in trauma occasions (PRESTO): a new paradigm. *Diagn Interv Imaging.* 2015;96: 687–91. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.06.001>.

[30] Mathew JK, Fitzgerald MC. (2022). Damage control interventional radiology (DCIR): evolving value of interventional radiology in trauma. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2022; 45:1757–8. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03241-9>.

- [31] Bambi S. (2000). Il trasferimento intraospedaliero del paziente critico adulto: responsabilità ed interventi infermieristici. *Nursing Oggi*, numero 4, 2000. : 52-58.
- [32] H.E. Stearley.(1998). “Patient’s Outcomes: Intrahospital Transportation and Monitoring of Critically Ill Patients by a Specially trained ICU Nursing Staff”, *American Journal of Critical Care*, 1998; 4 (7): pp. 282-287.
- [33] Eherenverth J, Sorbo S., Hackel A. (1986).“Transport of critically ill adult”- *Crit.Care Med* 1986 Vol 14 n. 6 543-47
- [34] American Association of Critical Care Nurses, American College of Critical Care Medicine, *Guidelines for the Transfer of the Critically Ill Patient*, 1992.
- [35] M. Caruana, K. Culp.(1998). “Intrahospital Transport of the Critically Ill Adult: a Research Review and Implications”,*Dimensions of Critical Care Nursing*, 1998; 3 (6): pp. 146 - 156 .
- [36] Guidelines for the transfer of critically ill patients. Guidelines Committee of the American College of Critical Care Medicine; Society of Critical Care Medicine and American Association of Critical-Care Nurses Transfer Guidelines Task Force. *Crit Care Med*. 1993;21:931-937.
- [37] Warren J, Fromm RE, Orr RA, Rotello LC, Horst HM.(2004).American College of Critical Care Medicine. Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care Med*. 2004;32:256–62.
- [38] Whiteley S, Macartney I, Mark J, Barratt HS, Binks R. (2011).Guidelines for the transport of the critically ill adult (2011). 2011. [[http://www.ics.ac.uk/intensive care professional/standards and guidelines/transport of the critically ill adult](http://www.ics.ac.uk/intensive-care-professional/standards-and-guidelines/transport-of-the-critically-ill-adult)]
- [39] Pearl RG, Mihm FG, Rosenthal MH. (1987).Care of the adult patient during transport. *Int Anesthesiol Clin*. 1987;25:43–75.
- [40] Vos GD, Buurman WA, van Waardenburg DA, Visser TPL, Ramsay G,Donckerwolcke RAMG.(2003). Interhospital paediatric intensive care transport: a novel transport unit based on a standard ambulance trolley. *Eur J Emerg Med*. 2003;10:195–9.
- [41] Lucchini A., Asnaghi E., Doni V., Pelucchi G., Villa S., et al.(2006) . Il Trasporto del paziente adulto. *Minerva anesthesiologica* 2006;72(suppl. 3 al n.6):99-105

- [42] Beckmann U., Gillies DM., Berenholtz SM, W U AW, Pronovost P.(2004). Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients. *Intensive Care Med* 2004; 30:1579-1585
- [43] Lucchini A., Elli S., Gariboldi R., Tundo P., Doni V., De Felippis C., Corsaro P., Bertin A., Giacobelli M., Vimercati S.(2012) . Standardization of procedures for the transport of critically ill patients in intensive care: observational study of 68 intra-hospital transport. *Scenario*® 2012;29 (3): 15-20
- [44] Wallen E, Venkataraman ST, Grosso MJ, Kiene K, Orr RA. (1995). Intra-hospital transport of critically ill pediatric patients. *Crit Care Med.* 1995;23:1588–95.
- [45] Ligtenberg JJM, Arnold LG, Stienstra Y, van der Werf TS, Meertens JHJM, Tulleken JE, et al. (2005). Quality of interhospital transport of critically ill patients: a prospective audit. *Crit Care.* 2005;9:R446–51.
- [46] Gillman L, Leslie G, Williams T, Fawcett K, Bell R, McGibbon V. (2006). Adverse events experienced while transferring the critically ill patient from the emergency department to the intensive care unit. *Emerg Med J.* 2006;23:858–61.
- [47] Wieggersma JS, Droogh JM, Zijlstra JG, Fokkema J, Ligtenberg JJ. (2011). Quality of interhospital transport of the critically ill: impact of a mobile intensive care unit with a specialized retrieval team. *Crit Care.* 2011;15:1122–5.
- [48] M. Murata, N. Nakagawa, T. Kawasaki et al. (2022). Adverse events during intrahospital transport of critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Emergency Medicine* 52 (2022) 13–19
- [49] Gimenez FMP, de Camargo WHB, Gomes ACB, Nihei TS, Andrade MWM, et al. (2017). Analysis of adverse events during intrahospital transportation of critically ill patients. *Crit Care Res Pract.* 2017;2017:6847124. <https://doi.org/10.1155/2017/6847124>
- [50] Jia L, Wang H, Gao Y, Liu H, Yu K. (2016). High incidence of adverse events during intrahospital transport of critically ill patients and new related risk factors: a prospective, multicenter study in China. *Crit Care.* 2016;20:12. <https://doi.org/10.1186/s13054016-1183-y>.
- [51] Brunsveld-Reinders AH, Arbous MS, Kuiper SG, de Jonge E. (2015). A comprehensive method to develop a checklist to increase safety of intra-hospital

transport of critically ill patients. *Crit Care*. 2015;19:214.

<https://doi.org/10.1186/s13054-015-0938-1>.

[52] Gillman L, Leslie G, Williams T, Fawcett K, Bell R, et al. (2006). Adverse events experienced while transferring the critically ill patient from the emergency department to the intensive care unit. *Emerg Med J*. 2006;23:858–61.

<https://doi.org/10.1136/emj.2006.037697>.

[53] Lin SJ, Tsan CY, Su MY, Wu CL, Chen LC, et al. (2020). Improving patient safety during intrahospital transportation of mechanically ventilated patients with critical illness. *BMJ Open Qual*. 2020;9:1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-000698>.

[54] Zuchelo LTS, Chiavone PA. (2009). Intrahospital transport of patients on invasive ventilation: cardiorespiratory repercussions and adverse events. *J Bras Pneumol*. 2009;35: 367–74. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132009000400011>.

[55] Wada D, Maruyama S, Yoshihara T, Saito F, Yoshiya K, Nakamori Y.(2023). Hybrid emergency room: Installation, establishment, and innovation in the emergency department. *Acute Med Surg*. 2023;10: 856.

[56] Ito K, Nagao T, Tsunoyama T, Kono K, Tomonaga A, Nakazawa K et al.(2020). Hybrid emergency room system improves timeliness of angioembolization for pelvic fracture. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;88:314-9.

[57] Nishimura T, Ochi T, Ijuin S, Nakayama H, Matsuyama S, Ishihara S, et al.(2022). Treatment of a gunshot wound (birdshot) patient with traumatic shock in a hybrid emergency room. *Trauma Case Rep* 2022;40:100659.

[58] Wada D, Nakamori Y, Kanayama S, Maruyama S, Kawada M, Iwamura H, et al. (2018). First installation of a dual-room IVR-CT system in the emergency room. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018;26:17.

[59] Watanabe H, Matsumoto R, Kuramoto S, Muroi T, Oka K, Shimojo Y, et al. (2021). Hybrid emergency rooms reduce the requirement of blood transfusion in patients with severe trauma. *World J Emerg Surg*. 2021;16:34.

[60] Kinoshita T, Moriwaki K, Hanaki N, Kitamura T, Yamakawa K, Fukuda T, et al. (2021). Cost-effectiveness of a hybrid emergency room system for severe trauma: a

health technology assessment from the perspective of the third-party payer in Japan.

World J Emerg Surg 2021;16:2.

[61] V.Kristen Peters et al.(2017). Impact of a TeamSTEPPS Trauma Nurse Academy at a Level 1 Trauma Center Published:June 17, 2017

doi:<https://doi.org/10.1016/j.jen.2017.05.007>

[62] David P. Baker, Sigrid Gustafson, Jeff Beaubien, Eduardo Salas, Paul Barach, James Battles (2003). Medical teamwork and patient safety: the evidence-based relation. Agency for Healthcare Research and Quality, (2005)

(<http://www.ahrq.gov/qual/medteam/>. Published 2005. Accessed November 22, 2016)

[63] Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America. To Err is Human: Building a Safer Health System, Washington, DC: National Academies Press2012 (Available at <https://doi.org/10.17226/9728>. Accessed June 12, 2017)

[64] Manser T.(2009). Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009; 53: 143-151

[65] Courtenay M., Nancarrow S., Dawson D.(2013). Interprofessional teamwork in the trauma setting: a scoping review. *Hum Resource Health.* 2013; 11: 57

[66] Frellesen C, Boettcher M, Wichmann JL, Drieske M, Kerl JM, Lehnert T, et al. (2015). Evaluation of a dual-room sliding gantry CT concept for workflow optimisation in polytrauma and regular in-and outpatient management. *Eur J Radiol.* 2015;84(1):117–22.

[67] Kippnich M, Schorscher N, Kredel M, Markus C, Eden L, Gassenmaier T, et al. (2021). Dual-room twin-CT scanner in multiple trauma care: first results after implementation in a level one trauma centre. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2021;47(6):1847–52

[68] Wada D, Nakamori Y, Yamakawa K, Yoshikawa Y, Kiguchi T, Tasaki O, et al. (2013). Impact on survival of whole-body computed tomography before emergency bleeding control in patients with severe blunt trauma.*Crit Care.* 2013;17:R178

[69] Huber-Wagner S, Biberthaler P, Häberle S, Wierer M, Dobritz M, Rummeny E, et al. (2013). Whole-body CT in haemodynamically unstable severely injured patients a retrospective, multicentre study. *PloS One.* 2013;8:e68880.

- [70] Hilbert P, Zur Nieden K, Hofmann GO, Hoeller I, Koch R, Stuttmann R. (2007). New aspects in the emergency room management of critically injured patients: a multi-slice CT-oriented care algorithm. *Injury*. 2007;38:552–8.
- [71] Wurmb TE, Frühwald P, Hopfner W, Keil T, Kredel M, Brederlau J, et al. (2009). Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries: the focus on time. *J Trauma*. 2009;66:658-65.
- [72] Tatum D, Pereira B, Cotton B, Khan M, Brenner M, Ferrada P, et al. (2021). Time to hemorrhage control in a hybrid ER system: is it time to change? *Shock*. 2021;56(1S):16-21
- [73] Matsumura K, Toyoda Y, Matsumoto S, Funabiki T. (2020). Near-fatal negative pressure pulmonary oedema successfully treated with venovenous extracorporeal membrane oxygenation performed in the hybrid emergency room. *BMJ Case Rep*. 2020;13:e234651.
- [74] Miyazaki K, Hikone M, Kuwahara Y, Ishida T, Sugiyama K, Hamabe Y. (2019). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for massive pulmonary embolism in a “hybrid emergency room”. *Am J Emerg Med*. 2019;37:2132–5
- [75] Kashiura M, Sugiyama K, Tanabe T, Akashi A, Hamabe Y. (2017). Effect of ultrasonography and fluoroscopic guidance on the incidence of complications of cannulation in extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2017;17:4
- [76] Hayashida K, Kinoshita T, Yamakawa K, Miyara S, Becker L, Fujimi S. (2020). Potential impacts of a novel integrated extracorporeal-CPR workflow using an interventional radiology and immediate whole-body computed tomography system in the emergency department. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20:23.
- [77] Murai Y, Matsumoto S, Egawa T, Funabiki T, Shimogawara T. (2020). Hybrid emergency room management of a ruptured abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*. 2020;7:21–5
- [78] Davis FM, Sutzko DC, Smith ME, Gallagher K, Henke PK, Osborne N. (2020). Variation in hospital door-to-intervention time for ruptured AAAs and its association with outcomes. *Ann Vasc Surg*. 2020;62:83–91.

- [79] Wada D, Hayakawa K, Saito F, Yoshiya K, Nakamori Y, Kuwagata Y.(2021). Combined brain and thoracic trauma surgery in a hybrid emergency room system: a case report. *BMC Surg.* 2021;21:219.
- [80] Veiga VC, Postalli NF, Alvarisa TK, Travassos PP, Vale RTDS, et al. (2019). Adverse events during intrahospital transport of critically ill patients in a large hospital. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2019;31:15–20. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190003>.

RINGRAZIAMENTI