



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia

**CRITERI DI CENTRALIZZAZIONE
DEL TRAUMA MAGGIORE
TRAMITE ELISOCORSO
NEL DEA DI II LIVELLO:
PANORAMICA NELLA
REGIONE MARCHE**

Relatore: Chiar.mo
**Prof. Andrea
Carsetti**

Tesi di Laurea di:
**Francesco
Giuliani**

A.A. 2022/2023

INDICE

1. Introduzione	4
1.1. Epidemiologia del fenomeno “trauma”	5
1.1.1. Focus sulla regione Marche	6
1.2. Concetto di Trauma Maggiore	8
1.3. Trauma e fattore tempo	10
1.4. Score descrittivi del paziente traumatizzato	12
1.4.1. Abbreviated Injury Scale	12
1.4.2. Injury Severity Score	12
1.4.3. New Injury Severity Score	13
1.4.4. Shock Index	14
1.4.5. Glasgow Coma Scale	15
1.4.6. Revised Trauma Score	15
1.4.7. New Trauma Score	16
1.4.8. Trauma and Injury Severity Score	17
1.4.9. New Trauma Score and Injury Severity Score	18
1.4.10. Mechanism, Glasgow coma scale, Age and systolic arterial Pressure	18
1.4.11. Pediatric Trauma Score	19
1.5. Management del trauma	20
1.5.1. Fase extraospedaliera	20
1.5.2. Fase Intraospedaliera	25
1.6. Modelli integrati di gestione del trauma	29
1.6.1. Modello statunitense	30
1.6.2. Modello francese TRENAU	33
1.6.3. Modello SIAT italiano e della regione Marche	35
1.7. Principali tipologie di trauma	41
1.7.1. Trauma toracico	41

1.7.2.	Trauma addominale	42
1.7.3.	Trauma pelvico	44
1.7.4.	Trauma cranico.....	47
1.7.5.	Trauma spinale	48
2.	Ipotesi dello studio	50
3.	Obiettivo dello studio	51
3.1.	<i>Obiettivo principale</i>	51
3.2.	<i>Obiettivi secondari</i>	51
4.	Disegno dello studio	52
4.1	<i>Popolazione</i>	52
4.2	<i>Setting</i>	52
4.3	<i>Criteri di selezione per l'arruolamento</i>	52
4.3.1	Criteri di inclusione	52
4.3.2	Criteri di esclusione	52
5.	Materiali e metodi	53
5.1	<i>Variabili registrate</i>	53
6.	Analisi statistica	54
6.1.	<i>Analisi statistica</i>	54
6.2.	<i>Dimensione del campione</i>	54
7.	Risultati.....	55
8.	Discussione.....	61
9.	Conclusione.....	68
	Bibliografia.....	69

1. Introduzione

Il Trauma continua ad essere “una malattia misconosciuta della società moderna”, nonostante la crescente presa di coscienza dell’effettivo pericolo e dell’elevata incidenza annua di nuovi casi di invalidità e di morti, soprattutto in età giovanile. La necessità di studiare questo fenomeno deriva dal voler oggettivare e classificare un processo fisiopatologico unico, non ripetibile e difficilmente omologabile¹.

In aggiunta è necessario considerare che la mortalità per tale condizione riconosce tre picchi principali: uno sulla scena dell’evento, un secondo nelle ore e nei giorni successivi e un terzo più tardivo². In considerazione di ciò una tempestiva valutazione medica, la messa in atto di manovre salvavita in loco e il rapido trasporto in un centro idoneo alla gestione dello specifico caso risultano fondamentali nel limitare e ridurre l’impatto sociale³.

Ecco che in questo complesso scenario la figura del medico anestesista-rianimatore ricopre un ruolo fondamentale nella gestione extra-ospedaliera, nel trasporto, nella successiva gestione al pronto soccorso (PS) ed infine in terapia intensiva. Naturalmente tale figura non opera in maniera isolata ma rientra nel più ampio contesto del team multidisciplinare che ha lo scopo di valutare e stabilizzare il paziente e impostarne il trattamento definitivo⁴.

Sulla scorta di queste peculiarità la standardizzazione risulta essenziale sia per quanto concerne l’aspetto diagnostico, sia per quello terapeutico-riabilitativo ma anche, e soprattutto, per l’organizzazione in toto del sistema di gestione del trauma. Importante ricordare che l’aspetto riabilitativo, spesso considerato secondario, è parte integrante del processo di cura e come tale dovrebbe essere iniziato non appena possibile con l’obiettivo di riportare il soggetto alle condizioni antecedenti in maniera tale da ridurre l’impatto della patologia in termini sociali ed economici limitando sia le spese per l’assistenza che per i reiterati ricoveri e abbattendo così i costi sanitari fino ad un 90%⁵.

A livello italiano una precisa regolamentazione deriva dall’istituzione del SIAT (Sistema Integrato per l’assistenza al Trauma Maggiore, 2005, Consiglio Superiore di Sanità) che è stata disposta dal DM 70 del 2015 “Sugli standard qualitativi, strutturali, tecnologici e quantitativi relativi all’assistenza ospedaliera”². In tale decreto si legge: “Al fine di ridurre i decessi evitabili è necessario attivare un Sistema integrato per

l'assistenza al trauma (SIAT), costituito da una rete di strutture ospedaliere tra loro funzionalmente connesse e classificate, sulla base delle risorse e delle competenze disponibili”⁶.

1.1. Epidemiologia del fenomeno “trauma”

L'importanza epidemiologica della patologia “trauma” è da ritrovarsi nel fatto che questa rappresenta la prima causa di mortalità e morbilità nei soggetti con meno di 40 anni⁷. Se si considera invece la popolazione generale essa si colloca in terza posizione dietro solamente alle patologie cardiovascolari e neoplastiche⁸ (Figura 1⁹).

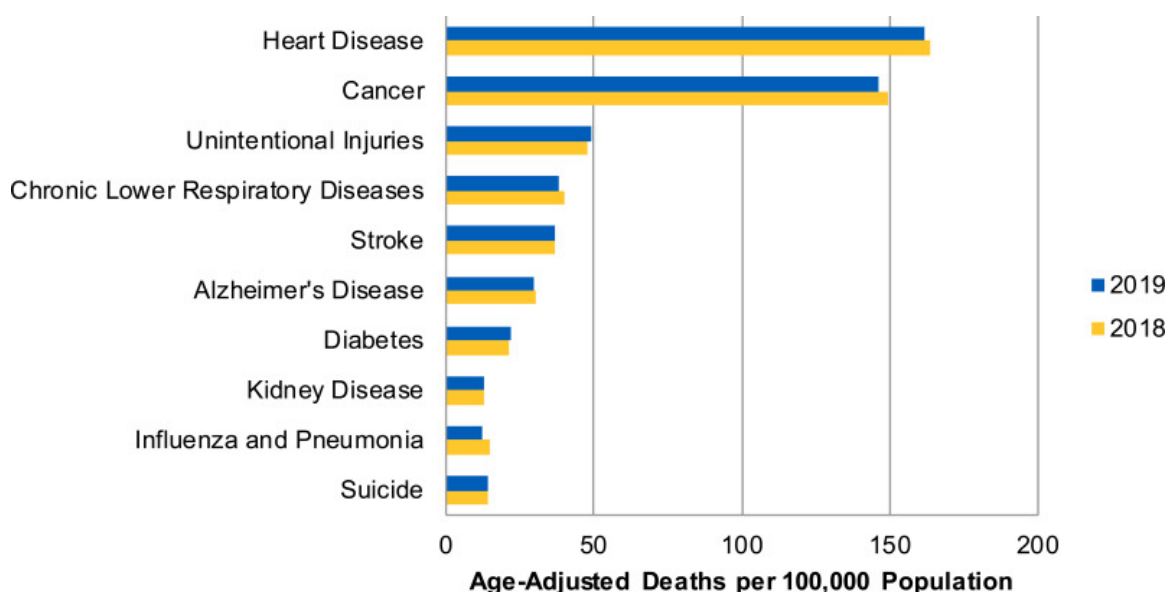


Figura 1- Cause principali di morte nella popolazione generale degli Stati Uniti

In termini percentuali secondo quanto riportato dalla WHO (World Health Organization) i traumi si rendono responsabili di circa l'8% delle morti globali che, in termini assoluti, corrispondono a 4,4 Milioni di persone ogni anno¹⁰.

Di queste morti quasi il 25% è correlato alle conseguenze di incidenti stradali mentre la violenza, sia essa interpersonale che autoinflitta, è responsabile di circa un altro 25% (Figura 2)¹¹.

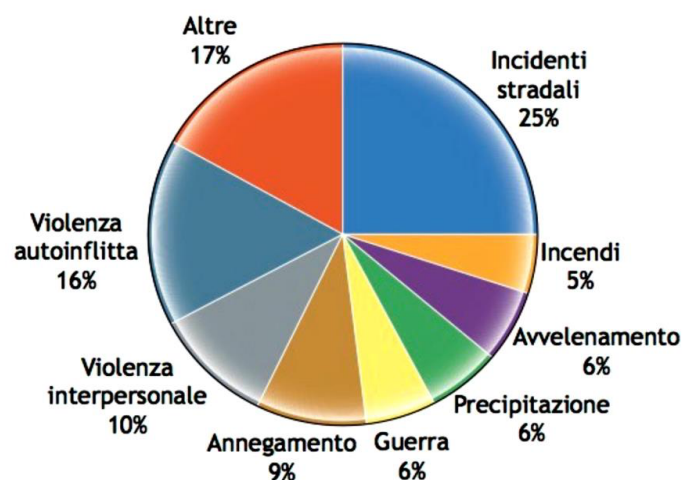


Figura 2– Mortalità per trauma in base alle cause

In aggiunta i decessi riconoscono una distribuzione altamente disomogenea poiché il 90% circa si hanno nei paesi a basso e medio reddito¹².

L'organizzazione Mondiale della Sanità precisa inoltre come, secondo una stima, il 10% degli anni vissuti con disabilità siano ascrivibili anch'essi agli esiti di un trauma, mettendo così in risalto l'impatto in termini di morbilità e, conseguentemente, di costo economico-sanitario¹⁰.

In termini di politica sanitaria quest'ultimo aspetto è fondamentale poiché da uno studio emerge come la spesa annua negli USA dovuta ai traumi ammonta a 406 Miliardi di dollari: 80 direttamente impiegati per i trattamenti sanitari e 326 per la perdita di produttività¹³. Da ciò si deduce come i traumi nell'età produttiva riflettano un maggiore costo per la società¹⁴ e in tale fascia andrebbero principalmente collocate le misure di prevenzione.

1.1.1.Focus sulla regione Marche

In Italia non vi è un registro nazionale traumi per cui non vi sono dati omogenei nazionali. Tuttavia un lavoro, a cui ha partecipato l'Istituto Superiore di Sanità, indica un'incidenza di morti per trauma maggiore di 27.23 per 100 mila abitanti/anno (12.8 e 14.5 per 100 mila abitanti/anno rispettivamente in sede pre ed intra-ospedaliera)¹⁵.

Per quanto concerne specificatamente la regione Marche possiamo osservare come la tendenza segua quella italiana e più in generale quella europea.

Difatti la fascia di età 0-44 è quella indubbiamente maggiormente colpita e all'interno di essa c'è una netta prevalenza nel sesso maschile.

In termini prettamente numerici, dalla delibera regionale numero 988 del 29/08/2016 si vede che i pazienti afferiti in pronto soccorso con codice rosso per trauma sono circa 572 a cui vanno aggiunti quelli deceduti in PS o giunti cadavere, circa altri 124 individui. Da tale conteggio sono esclusi coloro i quali o abbiano rifiutato il ricovero, o siano stati dimessi a domicilio, o siano stati ricoverati in strutture ambulatoriali o abbiano deliberatamente abbandonato il pronto soccorso. Sempre da tale documento vediamo come il primo presidio in termini di accessi percentuali sia il presidio ospedaliero di Ancona (circa il 28,5%), a cui segue l'Ospedale San Salvatore di Pesaro (18,2%) e in terza posizione l'Ospedale Generale Provinciale di Macerata (10,0%)¹⁶.

Facendo il punto sugli incidenti stradali, che ricordiamo essere una delle principali voci nell'elenco delle cause di trauma, vediamo che secondo i dati ISTAT nel 2021 si sono verificati nelle Marche 4.663 incidenti stradali che hanno causato la morte di 84 persone e il ferimento di altre 6.277¹⁷.

Dalla medesima fonte si può apprezzare come sia la gravità degli incidenti stradali che la mortalità degli stessi abbia una distribuzione disomogenea lungo il territorio regionale (Figura 3).

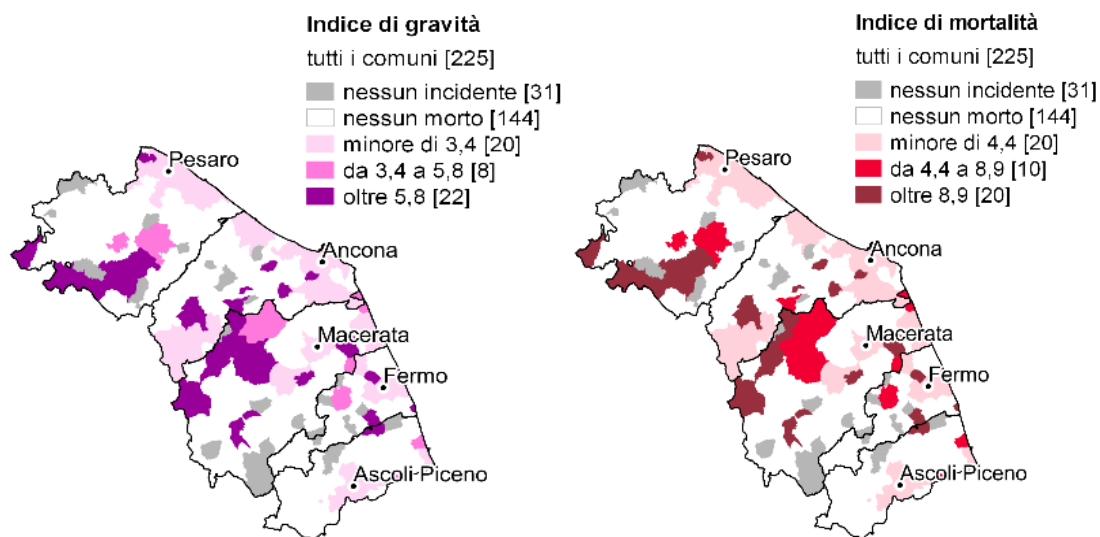


Figura 3 - Gravità e Mortalità degli incidenti stradali nella Regione Marche

1.2. Concetto di Trauma Maggiore

Genericamente per trauma intendiamo l'applicazione dall'esterno sull'organismo di un'energia tale da determinare lesioni agli organi o agli apparati. Il meccanismo di danno del trauma può essere primario (applicazione di un'energia su di un'area corporea maggiore rispetto alla soglia di tolleranza di tale distretto), oppure secondario, ovvero dovuto alle alterazioni delle funzioni dell'individuo in seguito a fenomeni di ipossia, ipovolemia e ipotensione. Si definisce trauma maggiore una condizione che determini una o più lesioni di cui almeno una sia in grado di determinare un rischio immediato o potenziale per la sopravvivenza o per un'invalidità grave². Tale condizione può essere definibile tramite un valore di ISS (Injury Severity Score) > 15.

Nella Regione Marche per definire il trauma maggiore ci si avvale di criteri clinici e criteri situazionali¹⁶. I primi si basano sull'oggettività clinica delle condizioni del paziente mentre i secondi individuano quelle dinamiche che in maniera significativa possono associarsi con l'esigenza di competenze specialistiche rianimatorie.

I criteri clinici in vigore nella regione Marche sono i seguenti:

- *A (Alpha)*: Glasgow Coma Scale < 13
- *B (Bravo)*: pressione Arteriosa Sistolica <90 mmHg (adulto)
- *C (Charlie)*: frequenza Respiratoria <10 o >29 atti per minuto nell'adulto; <20 o >29 nel lattante (meno di 1 anno di età) o necessità di supporto ventilatorio
- *D (Delta)*: Revised Trauma Score < 11 o Pediatric Trauma Score <9
- *E (Echo)*: ferite penetranti alla testa, collo, tronco o alle estremità, prossimalmente a gomito o ginocchio
- *F (Foxtrat)*: trauma da schiacciamento torace/addome/pelvi
- *G (Golf)*: instabilità o deformità della parete toracica
- *H (Hotel)*: fratture craniche aperte o depresse
- *I (India)*: fratture pelviche
- *J (Juliet)*: frattura di almeno due ossa lunghe prossimali
- *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
- *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

I criteri situazionali sono invece:

- *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 delle lamiere dell'abitacolo (tetto incluso) > 30cm nel lato del paziente o > 45 cm nel lato opposto
- *T (Tango)*: precipitazione veicolo da un'altezza > 3 mt
- *U (Uniform)*: occupante del veicolo proiettato all'esterno dopo l'impatto
- *V (Victor)*: ciclista/motociclista proiettato a una distanza > 3 mt rispetto al punto d'impatto
- *W (Whiskie)*: presenza di soggetto deceduto per l'impatto nello stesso veicolo

1.3. Trauma e fattore tempo

Il fattore tempo nella gestione del traumatizzato risulta fondamentale. A tal proposito R. Adams Cowley ha coniato per primo il termine di “The Golden Hour” al fine di porre enfasi sull’importanza di un accurato e pronto intervento in questa categoria di pazienti¹⁸. Ciò deriva dall’osservazione che la maggioranza dei decessi per patologia traumatica avveniva nei primi sessanta minuti dall’evento.

In realtà ulteriori ricerche hanno poi portato Trunkey e Baker a descrivere la distribuzione della mortalità in seguito a trauma come tri-modale¹⁹.

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 vasi²⁰.
- **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 dallo scadimento 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 un’importante sofferenza cerebrale.

Questa distribuzione è importante anche perché, riconoscendo ognuno di questi picchi cause differenti, sono diverse le strategie che devono essere messe in atto per poterli attenuare.

Fondamentalmente per quanto concerne i decessi immediati l'unica possibilità di azione riguarda la prevenzione dell'evento traumatico stesso.

Per i decessi precoci invece l'efficienza dell'organizzazione del modello trauma e l'attuazione delle manovre idonee nei tempi più idonei sono i due pilastri cardine sui quali si deve investire. Difatti i progressi nell'assistenza preospedaliera hanno consentito la sopravvivenza precoce di molti pazienti che in precedenza avrebbero avuto un'alta probabilità di morire sul luogo dell'incidente o durante il trasporto in ospedale. Altresì l'affinamento nelle tecniche di gestione in sede ospedaliera risulta fondamentale nel ridurre la mortalità. Tra queste annoveriamo il "damage control" il quale è orientato a preservare la vita del paziente considerando che la triade acidosi, ipotermia e coagulopatia è spesso letale al di là di quello che sia l'esito chirurgico²¹. Un altro esempio cardine è rappresentato dal trattamento non operativo (TNO) che, per traumi quali quello splenico, ha dimostrato ridurre la mortalità generale²².

Un discorso differente va fatto per il terzo picco di mortalità poiché la migliore gestione precoce e soprattutto gli avanzamenti nel trattamento intensivistico di questi pazienti ha permesso di appianare significativamente il terzo picco portando pressappoco a una moderna distribuzione bi-modale²³.

Ad oggi, ciò che rimane nella pratica del concetto introdotto da Cowley è quello di modellare il sistema e il protocollo di gestione del trauma in maniera tale da supportare il paziente nel più breve tempo possibile, compatibilmente con quella che è la situazione dell'evento, e nella struttura più idonea al caso specifico.

1.4. Score descrittivi del paziente traumatizzato

Per raggiungere l'obiettivo della valutazione oggettiva di un processo fisiopatologico eterogeneo e complesso come il trauma si è ricorso all'utilizzo di score standardizzati. Questi ci permettono una rapida valutazione della severità e dei danni anatomico-funzionali cosicché possano coadiuvare l'approccio diagnostico-terapeutico. Altresì, svolgono un ruolo fondamentale nel predire la mortalità o altri outcome come morbidità, durata della degenza o costo sanitario. Aggiungiamo inoltre come questi strumenti siano degli ausili indispensabili da un punto di vista epidemiologico e per poter confrontare tra loro procedure sanitarie o differenti sistemi di organizzazione e gestione del trauma²⁴.

La conoscenza approfondita di tali score è fondamentale per sfruttarne al massimo le capacità descrittive della condizione in analisi poiché, naturalmente, ognuno di questi presenta le proprie peculiarità e i propri limiti che lo rende idoneo per l'applicazione in determinate situazioni (ad esempio trauma penetrante piuttosto che contusivo) o in determinate fasi della gestione del paziente (ad esempio score di triage piuttosto che predittore di morbidità).

1.4.1. Abbreviated Injury Scale

Uno dei primi score introdotti è stato l' AIS (Abbreviated Injury Scale). Sebbene sia nato intorno a metà degli anni '60 per definire e classificare gli incidenti stradali o aerei ha trovato poi largo impiego nella descrizione dei traumi in generale, questo anche grazie alle continue revisioni che si sono susseguite nel tempo (1998, 2005, 2008, 2015)²⁵.

Tale scala prevede la divisione del corpo in nove regioni (testa, faccia, collo, torace, addome, colonna, arti superiori, arti inferiori, altre zone non specificate) alle quali si assegna un punteggio da 1 a 6 in base alla crescente severità del danno²⁶.

Ad oggi l' AIS risulta fondamentale per il calcolo di score più avanzati e soprattutto dell' ISS.

1.4.2. Injury Severity Score

Dall' AIS Baker ha poi sviluppato l' Injury Severity Score, più conosciuto semplicemente come ISS, che ad oggi è uno degli score più utilizzati.

Questo ci permette di definire, tramite un punteggio maggiore di 15, il trauma maggiore, funge da predittore di mortalità e permette di stimare sia costo sanitario che durata della degenza²⁷.

Nel suo calcolo bisogna innanzitutto ridurre le zone corporee da prendere in considerazione a sole 6 (distretto testa-collo, faccia, estremità e/o cintura pelvica, addome e/o organi pelvici e/o colonna lombosacrale, torace e/o colonna dorsale, area esterna/altre regioni) e successivamente calcolare i valori di AIS delle varie zone. A questo punto tramite la formula $A^2 + B^2 + C^2$ (dove A, B e C rappresentano i valori di AIS ottenuti nelle tre aree più severamente colpite) possiamo calcolare il valore di ISS²⁸. Quest'ultimo oscilla tra un minimo di 0 e un massimo di 75, valore che viene assegnato anche nel caso in cui si registri in una qualunque zona un valore di AIS massimo, ovvero pari a 6.

Sebbene sia quello maggiormente utilizzato nella pratica presenta diverse criticità: l'assegnazione di eguali punteggi a tutte le regioni corporee non rispecchiando sempre in pieno le previsioni di outcome (un trauma cranico con AIS 4 presenta una maggiore mortalità e morbilità rispetto ad un medesimo valore riportato alle estremità), la possibilità di ignorare danni di notevole entità che sussistono nella stessa zona corporea, il non prendere in considerazione fattori legati all'individuo che impattano per certo sulla prognosi sia a breve che a lungo termine. Inoltre, il solo focus sui danni anatomici riportati e l'esclusione di parametri fisiopatologici non lo rendono lo score clinico ideale per il triage²⁷.

Un ultimo aspetto, non trascurabile nell'ambito della medicina moderna, è la discrepanza osservata fra la gravità oggettiva delle lesioni, stimata tramite l'ISS, e la gravità percepita dal paziente come riduzione della Quality of Life: quest'ultima risulta essere nettamente maggiore²⁹.

1.4.3. New Injury Severity Score

Per sopperire ad alcuni limiti dell'ISS nel 1997 Osler ha introdotto un nuovo sistema di scoring chiamato NISS (New Injury Severity Score)³⁰, il quale si ottiene considerando le tre lesioni principali riportate dal paziente indipendentemente dalla regione corporea³¹.

Come l'ISS rimane uno score di tipo anatomico ma non si trascurano quelle lesioni che, seppur nella medesima zona di una più grave, possono condizionare la prognosi maggiormente rispetto ad altre. Alla luce di ciò il NISS sembra avere una maggiore capacità di predire la mortalità in seguito a trauma maggiore, soprattutto per i traumi penetranti³².

In aggiunta sembra anche dare informazioni più esaustive dell'ISS riguardo la necessità di cure in terapia intensiva e riguardo la durata della degenza, soprattutto per traumi cranici di grado moderato-severo³³.

1.4.4. Shock Index

Lo Shock Index (SI), contrariamente ai precedenti, è uno score di tipo fisiologico che non trova applicazione solamente nel campo traumatologico bensì in numerosi altri ambiti come emorragie post-partum, infarto miocardico, sepsi, stati di shock in genere e numerose altre condizioni emergenziali³⁴.

Tale indice, definito come il rapporto fra la frequenza cardiaca e la pressione arteriosa sistolica, è stato introdotto nel 1967 e fornisce un'approssimazione dello stato emodinamico del paziente in aggiunta ai classici parametri vitali³⁵. Il range normale di valori è 0.5 – 0.7 mentre valori sopra a 1, ma già sopra a 0.9, correlano con outcome peggiori come ISS maggiore, necessità di un numero più elevato di trasfusioni di emazie concentrate, livello di cure necessarie più avanzato, degenza media più lunga e aumentata mortalità³⁶.

Inoltre è stata anche proposta una classificazione dello shock ipovolemico sulla base dei valori di SI (SI < 0.6 no shock; SI 0.7 – 1 shock lieve; SI 1-1.4 shock moderato; SI > 1.4 Shock grave)³⁷.

Anche qui sono state messe in luce delle criticità soprattutto per quanto riguarda la sua applicabilità in popolazioni particolari quali quella geriatrica e pediatrica. In considerazione anche di ciò sono state poi avanzate diverse varianti³⁵ (Figura 4).

Shock index (SI) name variation	Equation	Notes
SI	HR/SBP	
Modified SI (MSI)	HR/MAP	• MAP substituted for SBP
Age SI	Age × (HR/SBP)	• SI multiplied by patient's age
Shock Index Pediatric Adjusted (SIPA)	(HR/SBP)	• Formula for SI is the same. Cutoffs are different for each age group: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ages 4–6: >1.22 ○ Ages 7–12: >1.0 ○ Ages 13–16: >0.9

Abbreviations: HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; SBP, systolic blood pressure.

Figura 4 – Varianti dello Shock Index

1.4.5. Glasgow Coma Scale

Il Glasgow Coma Scale è uno strumento introdotto da due neurochirurghi circa 40 anni fa per la stima della gravità dei traumi cranici e ad oggi trova un'ampia applicazione in numerose altre condizioni cliniche ove sia necessaria la valutazione dello stato di coscienza³⁸.

Nel computo del punteggio si considerano la risposta motoria, verbale e oculare a diversi stimoli e in base a queste si assegnano valori compresi in un range prestabilito: da 1 a 6 per la motoria, da 1 a 5 per la verbale e da 1 a 4 per quella oculare. Da ciò deriva che il punteggio totale oscilla fra un minimo di 3 (nessuna risposta) e uno massimo di 15 (Figura 5).

Oltre che come punteggio totale, il GCS può essere definito anche scorporando i singoli indicatori (ad es. E3-V4-M3)³⁹

Eye opening	Verbal response	Motor response
4. Spontaneous	5. Oriented	6. Obeys commands
3. To speech	4. Sentences	5. Localises pain
2. To pain	3. Words	4. Flexion/withdrawal to pain
1. No response	2. Sounds	3. Abnormal flexion to pain
	1. No response	2. Extension to pain
		1. No response

Figura 5 - Parametri per il calcolo del GCS

In aggiunta il valore totale ottenuto di GCS ci permette di classificare la severità del trauma cranico. Nonostante la sua semplicità di applicazione e la sua rapidità il GCS sembra avere un'ottima concordanza con outcome quali la mortalità mentre appare meno preciso nello stimare morbilità ed esiti funzionali⁴⁰.

1.4.6. Revised Trauma Score

Coniato nel 1990 da Champion, l'RTS (o Revised Trauma Score) è uno degli score fisiologici maggiormente impiegati per la descrizione del paziente traumatizzato⁴¹.

Esso si basa per l'appunto su parametri esclusivamente funzionali quali il GCS, la pressione arteriosa sistolica e la frequenza respiratoria. Per ognuno di questi parametri vi sono degli intervalli ben definiti ai quali viene assegnato un punteggio da 0 a 4 (Figura 6). Questi valori ottenuti sono poi moltiplicati per dei coefficienti così da ottenere un punteggio composito che va da 0 a 7.408⁴².

GCS	SBP	RR	Coded Value
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

GCS, Glasgow Coma Score; SBP, Systolic blood pressure; RR, Respiratory rate.

Figura 6 - Variabili e punteggio per il calcolo del RTS

Essendo uno score fisiologico che si basa su parametri immediatamente rilevabili risulta utile nel triage soprattutto se si impiega la versione semplificata (Triage Revised Trauma Score, T-RTS), ove non è necessaria la moltiplicazione per coefficienti. Così facendo il valore ottenuto risulterà compreso fra un minimo di 0 e un massimo di 12⁴².

Ricordiamo inoltre che il valore di $RTS < 4$, deve farci considerare la centralizzazione del paziente verso un trauma center, sebbene secondo alcuni tale valore sia perfino troppo basso⁴³.

In aggiunta risulta essere un predittore indipendente di mortalità così come sembra esserlo anche la riduzione del T-RTS dalla scena dell'evento all'arrivo in ospedale⁴⁴.

1.4.7. New Trauma Score

Il New Trauma Score (NTS) è una versione modificata del RTS dove viene sostituita la frequenza respiratoria con la saturazione periferica di ossigeno (Figura 7).

Come il precedente rimane uno score basato su parametri fisiologici ma viene sostituita la frequenza respiratoria che spesso in setting emergenziale può non essere ricavata correttamente.

In aggiunta vi è anche una sostanziale modifica ai range di valori di pressione arteriosa sistemica.

New Trauma Score		
Glasgow Coma Scale	Systolic Blood Pressure	Oxygen saturation
3–15	110–149	≥94
	≥150	80–93
	90–109	60–79
	70–89	40–59
	<70	<40

Figura 7 - Parametri del New Trauma Score

Dai primi studi condotti sembra che l'NTS predica la mortalità ospedaliera addirittura meglio del Revised Trauma Score e non sia inferiore ad altri score quali l'MGAP⁴⁵.

1.4.8. Trauma and Injury Severity Score

Dalla combinazione di parametri sia anatomici che fisiologici, negli anni '80 nasce il TRISS (Trauma and Injury Severity Score). Il suo obiettivo principale è stimare la probabilità di sopravvivenza, oltre a questo si prefigge anche di stimare la gravità del trauma e di fungere da strumento epidemiologico per confrontare fra loro tassi di mortalità e sopravvivenza nelle diverse popolazioni/setting assistenziali⁴⁶.

Nello specifico il calcolo del TRISS avviene valutando la tipologia del trauma, l'età del paziente, l'ISS e l'RTS e ponderando per determinati coefficienti. Tali coefficienti sono stati sottoposti negli anni a plurime revisioni in base ai dati disponibili dalla letteratura⁴⁷.

Tra le limitazioni evidenziate vi sono il non considerare lesioni multiple in una medesima zona corporea e la scarsa capacità di predire la mortalità in specifiche situazioni o classi di pazienti come ad esempio negli anziani con plurime comorbidità⁴⁸. Nonostante inoltre non si possa usare nel setting di triage preospedaliero, vista la sua complessità e i parametri necessari, sembra essere lo score attualmente di riferimento per predire l'outcome del paziente traumatizzato⁴⁹.

1.4.9. New Trauma Score and Injury Severity Score

Nell'ottica di migliorare la capacità di predire la mortalità nei pazienti traumatizzati, soprattutto nel caso in cui siano presenti plurime lesioni nella medesima zona corporea, si è ipotizzato di modificare il TRISS sostituendo nel suo computo il valore di ISS con quello del NISS. Da tale revisione nasce il New Trauma Score and Injury Severity Score (NTRISS)⁵⁰.

Tale score per alcuni sembra superiore nel predire la mortalità in specifiche sottopopolazioni studiate, come i pazienti sottoposti a laparotomia esplorativa⁵¹, mentre per altri sembra non essere inferiore: in ragione di ciò spetta al clinico, in base alle informazioni a propria disposizione e al setting, scegliere quale impiegare⁵².

1.4.10. Mechanism, Glasgow coma scale, Age and systolic arterial Pressure

Acronimo di Mechanism, Glasgow coma scale, Age e sistolic arterial Pressure, questo score si compone di elementi clinico-fisiologici (età, GCS e Pressione arteriosa sistolica) integrati con la dinamica dell'evento⁵³.

Lo score si calcola semplicemente sommando al valore del GCS dei punteggi codificati per gli altri parametri considerati⁴⁵ (Figura 8). Così facendo si ottiene un valore di MGAP compreso fra un minimo di 3 e un massimo di 29: possiamo stratificare tali punteggi in range da 3 a 17, da 18 a 22 e da 23 a 29 che indicano rispettivamente un'alta, una moderata o una bassa probabilità di mortalità per quel trauma⁵⁴.

Risulta essere facilmente utilizzabile perché composto da elementi ottenibili già in un setting preospedaliero e non si mostra inferiore agli altri score anatomici e/o fisiologici nel predire la mortalità⁵⁵.

	Points of the MGAP Score
Glasgow Coma Scale by point increase	GCS value
Systolic arterial blood pressure	
>120 mm Hg	+5
60–120 mm Hg	+3
<60 mm Hg	0
Blunt trauma (vs. penetrating)	+4
Age	+5
<60 yrs	
	Total: 3 to 29

Figura 8 - Punteggi attribuiti ai singoli parametri per calcolare il valore di MGAP

1.4.11. Pediatric Trauma Score

Il PTS nasce per il triage del trauma esclusivamente nell'età pediatrica nell'ottica di poter indirizzare il caso a centri specializzati per una gestione più accurata.

Si calcola come la somma di punteggi codificati (-1, +1 o +2) assegnati a sei parametri (peso, vie aeree, pressione arteriosa sistolica, stato del sistema nervoso centrale, presenza di ferite aperte e danni muscolo scheletrici). Da ciò consegue che il punteggio totalizzabile oscilla da un minimo di -6 a un massimo di 12 (Figura 9)⁵⁶.

Clinical parameter	Parameter category	Score value
Size (kg)	≥20	2
	10–20	1
	<10	-1
Airway	Normal	2
	Maintainable	1
	Unmaintainable	-1
Systolic blood pressure (mmHg)	≥90	2
	50–90	1
	<50	-1
Central nervous system	Awake	2
	Obtunded/loss of consciousness	1
	Coma/decerebrate	-1
Open wound	None	2
	Minor	1
	Major/penetrating	-1
Skeletal	None	2
	Closed fracture	1
	Open/multiple fractures	-1

Figura 9 - Variabili e relativi punteggi per il calcolo del PTS

Importante ricordare che un valore di PTS <+8 da indicazione alla centralizzazione in un trauma center pediatrico⁵⁷. In aggiunta tale score appare anche correlato all'utilizzo delle risorse ospedaliere⁵⁷.

1.5. Management del trauma

Abbiamo visto come l'aspetto gestionale risulti essere fondamentale per mitigare gli effetti del fenomeno trauma. In considerazione anche degli sviluppi tecnologici, delle strumentazioni, delle tecniche di monitoraggio e delle terapie, l'implementazione dell'aspetto organizzativo contribuisce all'aumento dei benefici. Fondamentale è anche sottoporre le pratiche e i protocolli a continue valutazioni e revisioni, alla luce anche delle nuove evidenze, così da offrire il massimo livello assistenziale possibile⁵⁸.

La gestione di questi scenari risulta differente da molte altre situazioni cliniche, soprattutto a causa della rapidità decisionale e della pressione cui si è sottoposti, in ragione di ciò è stato dimostrato come una corretta ed efficace comunicazione nonché la presenza di una chiara leadership migliori l'outcome. Seguendo questa scia la WHO nel 2016 pubblica una "trauma care check-list" così da migliorare le cure prestate durante la rianimazione iniziale, aiutare nella codifica dei ruoli e delle funzioni del team, e implementare il livello della valutazione preospedaliera. Un ulteriore obiettivo è quello di implementare la gestione seguendo le linee guida evidence based⁵⁹.

1.5.1. Fase extraospedaliera

Come precedentemente visto, uno dei principali picchi di mortalità si riscontra nell'immediato dall'evento. In particolare circa un 50% dei decessi avviene entro 12h motivo per cui una strategia di gestione del trauma nel preospedaliero risulta fondamentale e si associa anche a una riduzione del numero di decessi tardivi⁶⁰. Negli anni essenzialmente due modelli di approccio sono stati dibattuti: il cosiddetto "scoop and run" e lo "stay and play". Se nel primo si predilige il trasporto ospedaliero nel minimo tempo possibile, nel secondo si preferisce iniziare i trattamenti primari e la stabilizzazione del paziente già sul luogo dell'evento⁶¹. La discussione è stata aperta per anni perché, come sappiamo, non tutti i traumi sono equiparabili per cui non vi è un metodo di gestione corretto in assoluto. Tuttavia, è opportuno dire che, soprattutto negli ultimi decenni, grazie all'avanzamento delle tecniche e del know-how dei soccorritori la strategia sul campo è più largamente adottata. Il cosiddetto "scoop and run", ormai praticamente abbandonato, può trovare un razionale nella gestione di quelle condizioni che necessitano di una stabilizzazione chirurgica pressoché immediata come i traumi penetranti da arma da fuoco⁶². Va notato inoltre che, essendo i protocolli di

gestione basati sulle risorse e sull'epidemiologia di una data realtà sociale e geografica, questo ultimo metodo di approccio ricava un suo spazio in paesi come il Nord America dove la frequenza dei traumi penetranti è nettamente maggiore rispetto ad altre realtà⁶².

Ecco come l'organizzazione di un modello di gestione chiaro, codificato ed efficiente risulta uno dei cardini. L'insieme di tutte le azioni attuate per il management della situazione prende il nome di catena del soccorso traumatologico preospedaliero. Questa incomincia con l'allerta tramite il numero d'emergenza. La risposta proviene da un infermiere della centrale operativa che gestisce la chiamata secondo il "dispatch" e mette in atto il triage, ovvero la valutazione preliminare dell'evento in maniera tale da delineare la priorità, la destinazione e il trasporto.

A questo segue poi la valutazione della sicurezza della scena e il triage in loco ad opera della squadra di soccorso che si appresta a mettere in atto tutte le manovre necessarie nel preospedaliero secondo il modello stay and play. Queste consistono nella rapida ma accurata valutazione del caso, nell'esecuzione di manovre salvavita volte a controllare quelle condizioni potenzialmente letali nell'immediato, nella stabilizzazione del paziente e nel successivo trasporto sicuro nel presidio ospedaliero più idoneo per quel paziente seguendo il principio del "paziente giusto nell'ospedale giusto nel tempo giusto"⁶.

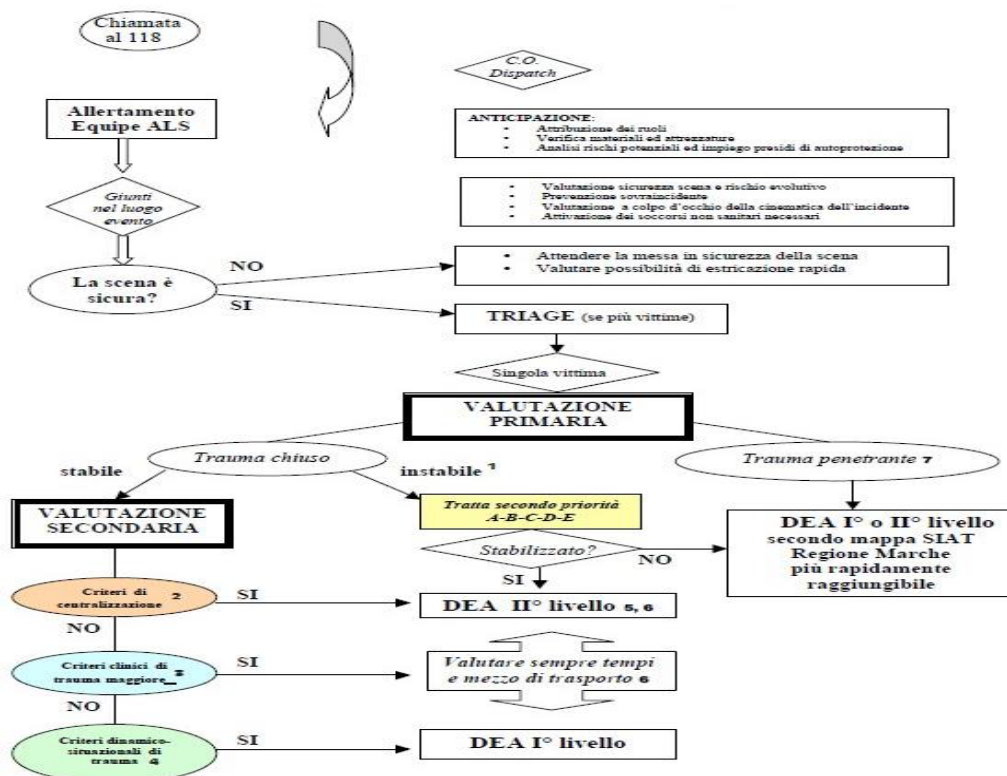


Figura 10 - Flowchart di gestione del Trauma Maggiore nella Regione Marche

Nella precedente schematizzazione (Figura 10) si parla di criteri di centralizzazione che, nella regione Marche, per l'adulto sono:

- Trauma cranico con GCS <9 o perdita di uno o più punti tra le due rivalutazioni
- Trauma penetrante
- Trauma al volto o collo con possibili lesioni vascolari maggiori o delle vie aeree
- Trauma vertebrale: trauma midollare con paraparesi/paraplegia o tetraparesi/tetraplegia
- Trauma toracico: trauma penetrante o trauma chiuso con stato di shock (escluso il PNX iperteso)
- Trauma pelvico: trauma penetrante o trauma chiuso con stato di shock
- Trauma degli arti: lesione vascolare altamente probabile o grave compromissione dei tessuti molli o amputazione suscettibile di reimpianto
- Politrauma con RTS < 11

Il trattamento in questa fase essenzialmente si divide in due: la Primary Survey e la Secondary Survey (che può anche essere differita in fase ospedaliera).

La Primary è un processo dinamico fatto di rapide e continue valutazioni-interventi-rivalutazioni secondo uno schema ben codificato che è quello ABCDE.

Tale schema mnemonico permette la valutazione in ordine delle lesioni ad immediato rischio vita del paziente: è necessaria, dunque, l'analisi sequenziale di ognuna delle singole lettere. L'eventuale individuazione di una problematica in una di esse impone la sua correzione e la rivalutazione delle precedenti prima di poter procedere oltre⁶³.

Nello specifico gli aspetti da valutare sono:

- A (Airway): valutazione della pervietà delle vie aeree e immobilizzazione del rachide cervicale. Elementi che possono farci sospettare la presenza di una problematica sono l'assenza di risposta verbale, segni e sintomi di ostruzione (stridore laringeo, impiego muscolatura respiratoria accessoria, tirage), dispnea/cianosi, lesioni maxillo-facciali e/o del collo etc.

- B (Breathing): valutazione della ventilazione che può essere compromessa da lesioni quali il PNX, il volet costale, l'emotorace massivo. Segni di allarme possono essere dispnea, tachipnea, turgore delle giugulari, scomparsa del murmure.
- C (Circulation): valutazione di eventuali focus emorragici visibili e osservazione del circolo (cute, polsi, PA, FC). Fondamentale è anche l'assicurarsi due accessi venosi di grosso calibro.
- D (Disability): valutazione preliminare dello stato neurologico del paziente tramite calcolo del GCS e osservazione del riflesso fotomotore.
- E (Exposure): valutazione delle lesioni esternamente visibili e termoprotezione del paziente.

Di seguito si riportano le flowchart di gestione della valutazione primaria della regione Marche (Figure 11 e 12).

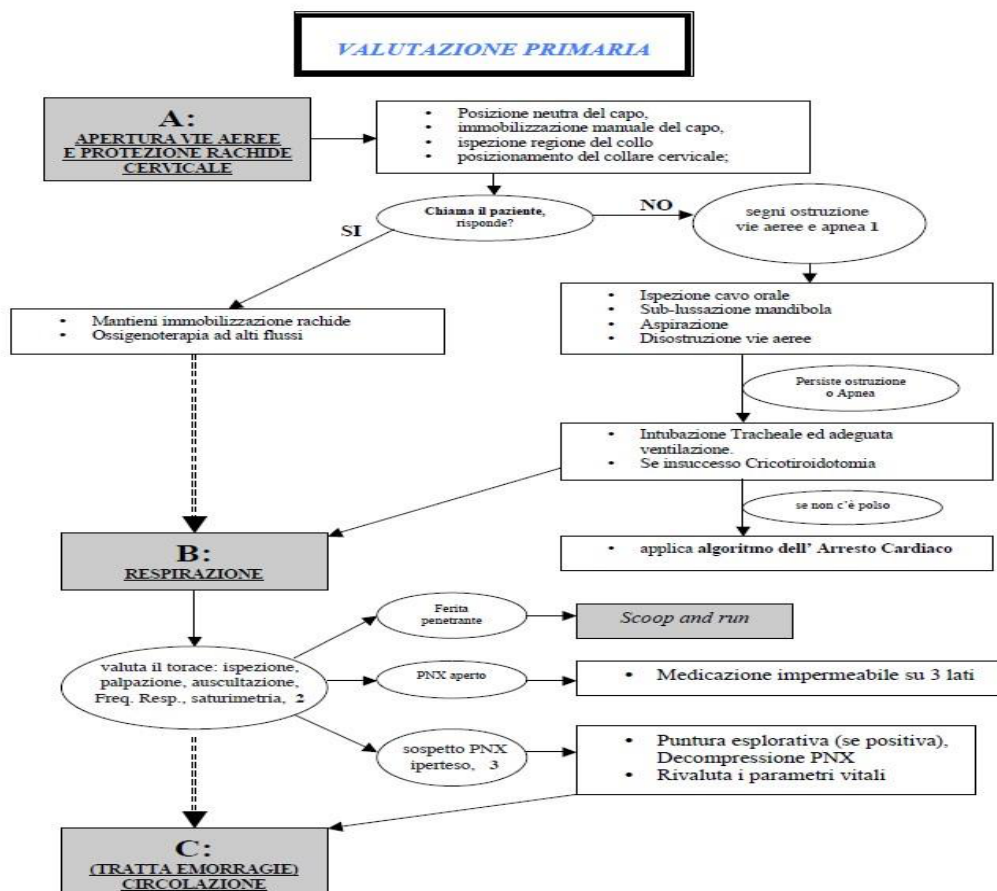


Figura 11 - Valutazione Primaria (Parte 1 di 2)

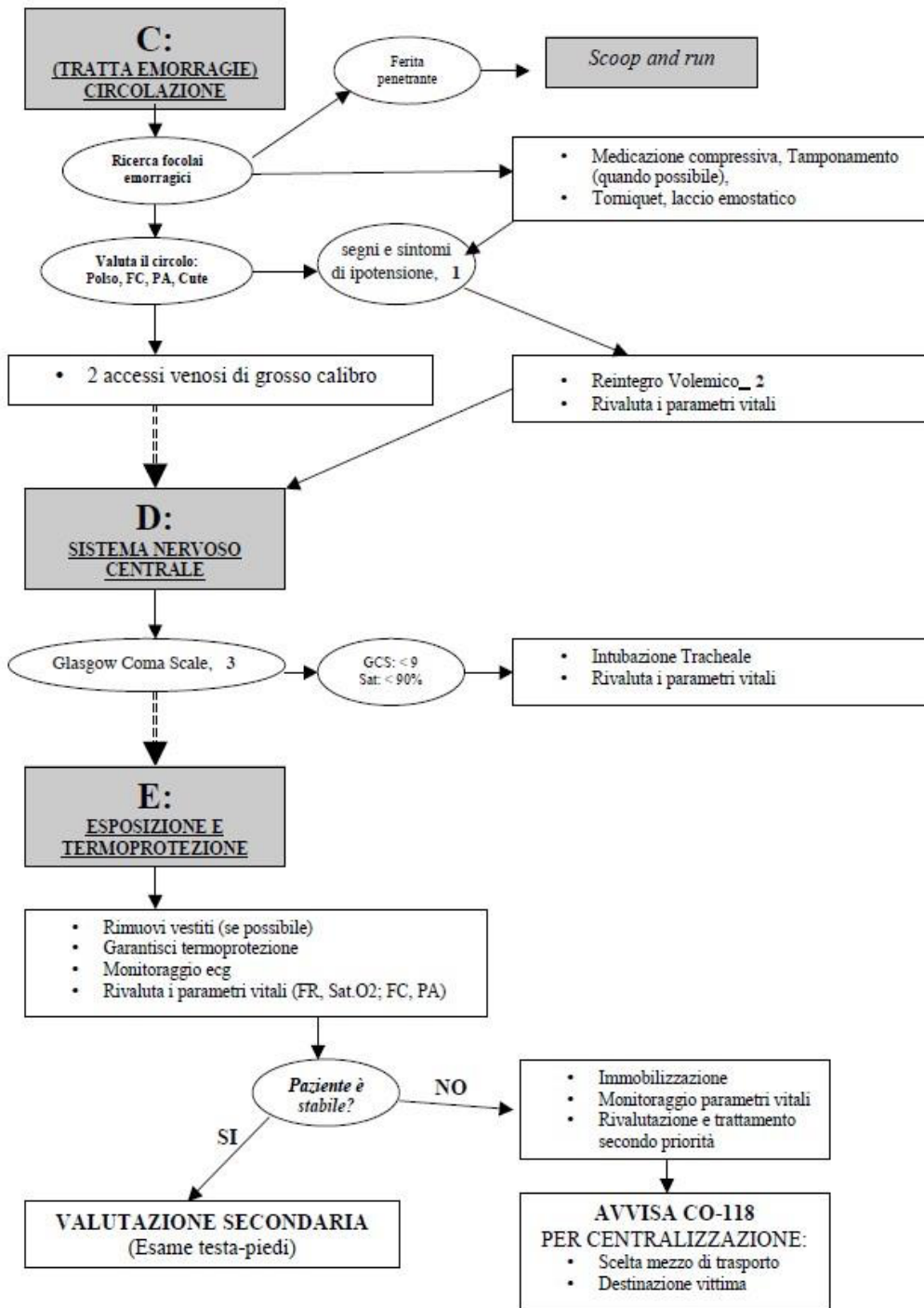


Figura 12 - Valutazione Primaria (Parte 2 di 2)

Una volta conclusa la fase di Primary si procede, nel caso di stabilità, con l'esecuzione della valutazione secondaria (Figura 13).

Questa essenzialmente consiste in un esame obiettivo "testa-piedi" rapido ma più accurato rispetto a quello che si valuta nella Primary e, se possibile, una sintetica anamnesi iniziale. Quest'ultima è condotta secondo

l'acronimo AMPLE che ci ricorda di indagare: Allergies (allergie), Medications (farmaci e terapie), Past medical history (anamnesi patologica remota), Last meal (ultimo pasto), Events of injury (dinamica dell'evento).

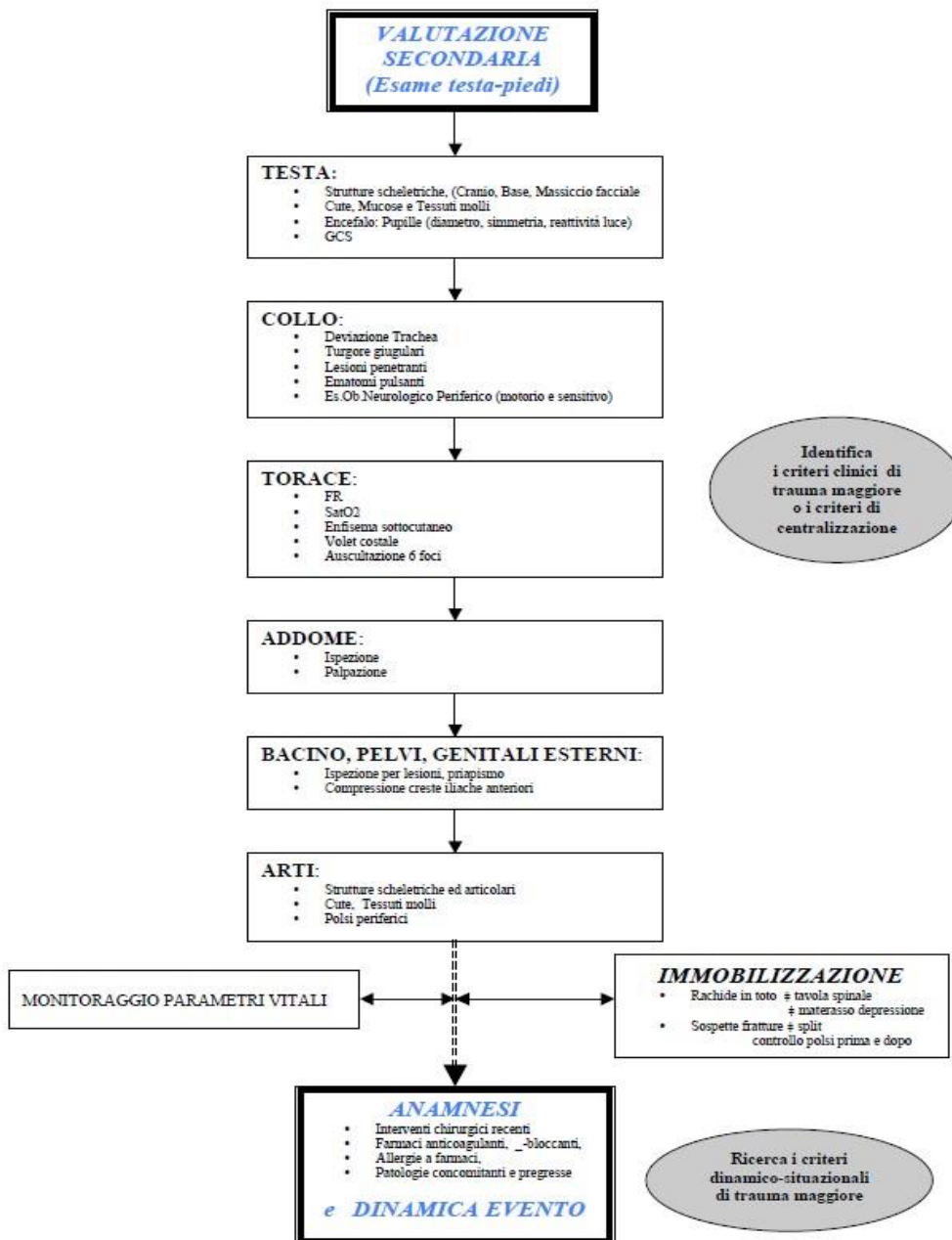


Figura 13 - Secondary Survey secondo la regione Marche

1.5.2.Fase Intraospedaliera

In contemporanea alla gestione extra-ospedaliera si deve mettere in moto anche il sistema intra-ospedaliero così da poter ricevere e trattare adeguatamente il paziente immediatamente dopo il suo arrivo. Volendo

semplificare, il management intraospedaliero prevede una prima fase essenzialmente di gestione e organizzazione e una seconda fase, successiva all'arrivo del paziente, di trattamento vero e proprio.

In attesa della centralizzazione è quindi fondamentale ricavare le informazioni essenziali dal 118 (numero di pazienti, dinamica evento, stabilità, età etc), allertare l'equipe idonea alla gestione, preparare la shock room del pronto soccorso e, in caso di più pazienti, valutare anche il rapporto fra numero di feriti e risorse disponibili.

All'arrivo del paziente si incomincia la valutazione e il trattamento tramite Primary e Secondary ospedaliera, che differiscono dalle extra-ospedaliere per le tempistiche, per la strumentazione e gli esami disponibili (Figure 14 e 15).

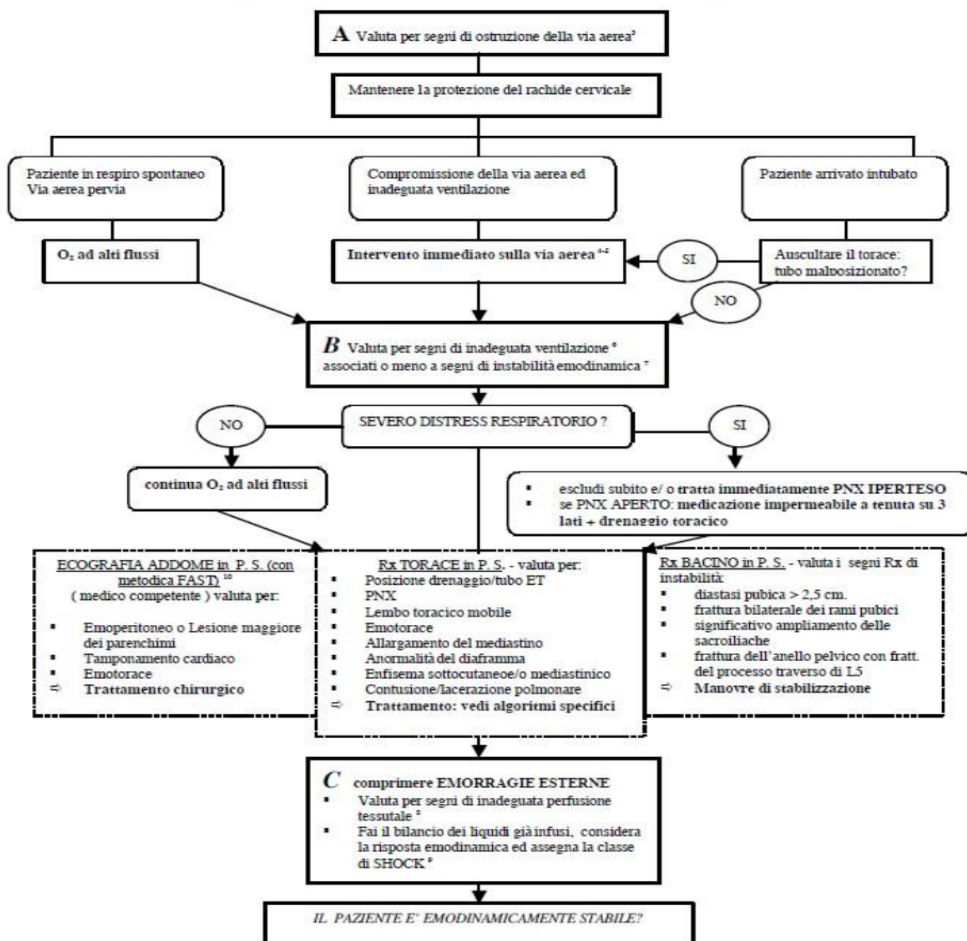


Figura 14 - Primary Ospedaliera, Regione Marche (Parte 1 di 2)

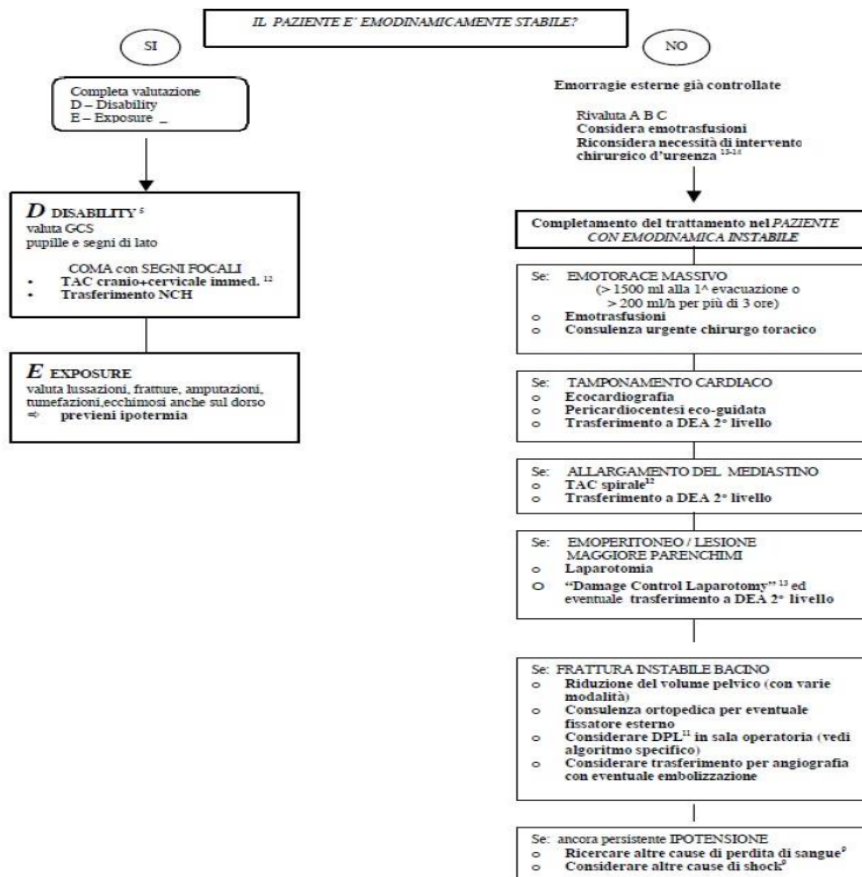


Figura 15 - Primary ospedaliera, regione Marche (parte 2 di 2)

Nello specifico vediamo l'ingresso della "Primary radiologica", costituita da una triade di esami quali l'ECO-FAST, l'RX torace e l'RX bacino, che ci permette una valutazione iniziale e grossolana, seppur più accurata dell'esame obiettivo, di condizioni potenzialmente "life-threatening".

Naturalmente la diagnostica più avanzata, quale quella TAC, risulta essere più accurata nella descrizione del quadro ma viene rimandata a un secondo momento in particolare in base a quelle che è la risposta emodinamica del paziente. Con tale risposta intendiamo i cambiamenti nei principali parametri emodinamici del paziente in seguito all'infusione di cristalloidi. Nello specifico identifichiamo per convenzione tre tipologie di risposta:

- Risposta emodinamica di tipo A: in seguito alla somministrazione endovenosa di cristalloidi si ha un ripristino dello stato emodinamico del paziente che si mantiene anche in seguito alla sospensione dell'infusione.

- Risposta emodinamica di tipo B: in seguito alla somministrazione endovenosa di cristalloidi si ha un ripristino dello stato emodinamico del paziente che però cessa al termine della somministrazione
- Risposta emodinamica di tipo C: in seguito alla somministrazione endovenosa di cristalloidi non si ha una modifica dell'emodinamica del paziente

Questa distinzione ci è d'aiuto nella pratica clinica perché esami di approfondimento, quali ad esempio quelli con metodica TAC, non vengono condotti da protocollo se vi è una risposta emodinamica di tipo C. Ricordiamo in aggiunta che, nel paziente emodinamicamente stabile, nel DEA di II livello della regione Marche si opta per l'esecuzione di una TAC total body nel paziente con trauma maggiore così da completare la diagnostica prima del ricovero nell'unità di degenza definitiva.

1.6. Modelli integrati di gestione del trauma

Il cosiddetto Trauma System è un modello di salute pubblica istituito per ridurre la mortalità e la morbilità risultante da un trauma in una specifica popolazione⁶⁴. L'introduzione di uno strumento specifico è stata fondamentale in considerazione del rilevante problema di salute pubblica che il trauma rappresenta e delle evidenze che mostrano come una gestione rapida, accurata, organizzata, codificata e da parte di operatori specializzati vada a implementare l'outcome di tali pazienti.

Questo sistema integrato va a coprire la gestione del ferito durante tutto il suo percorso: dall'allerta dei soccorsi, alla gestione in loco, alla centralizzazione nell'ospedale più indicato fino al management intraospedaliero del caso.

Un momento fondamentale nella gestione è quello del triage iniziale perché ci permette di capire quali risorse mettere in gioco: questo dovrebbe limitare da un lato l'under triage e dall'altro l'over triage. Per convenzione si accettano valori del primo al di sotto del 5%, e un eccesso si associa a un aumento di esiti sfavorevoli, e valori del secondo compresi fra il 30 e il 50% poiché associati a un sovraccarico delle strutture specializzate in assenza di pazienti che necessitano realmente di quel livello di cure⁶⁵.

Tali modelli di gestione non sono uniformi in tutti i Paesi e delle volte addirittura differiscono all'interno degli Stessi. La ragione di ciò si ritrova nelle differenze culturali, sociali, demografiche e geografiche che vi sono fra le diverse realtà.

Sulla base della distribuzione nel territorio si possono distinguere sistemi esclusivi o inclusivi: nei primi i centri ospedalieri per acuti sono distinti dai centri traumatologici per cui tutti i pazienti dovrebbero essere centralizzati nei centri specifici. Nel caso dei sistemi inclusivi invece il territorio presenta numerosi presidi per la gestione delle acuzie in cui è associato anche un centro traumatologico, ognuno in grado di fornire un diverso livello di cure⁶⁶.

Di seguito si prenderanno in considerazione come esempi tre fra i principali Trauma System: quello americano, quello francese e quello italiano che, seppure codificato da linee guida nazionali, presenta differenze in base alla regione presa in considerazione.

1.6.1. Modello statunitense

Il Trauma System americano moderno affonda le sue radici nelle esperienze belliche del Ventesimo secolo che hanno costretto ad affinare le tecniche di gestione del paziente traumatizzato⁶⁷.

Oggi giorno questo modello segue quanto indicato dall'ACS-COT (American College of Surgeons – Committee on Trauma) ovvero la necessità di avere un ospedale principale in grado di fornire il massimo livello di cure disponibili. Nelle zone meno densamente abitate ci dovranno essere invece presidi di livello minore deputati ad un'iniziale assistenza⁶⁸.

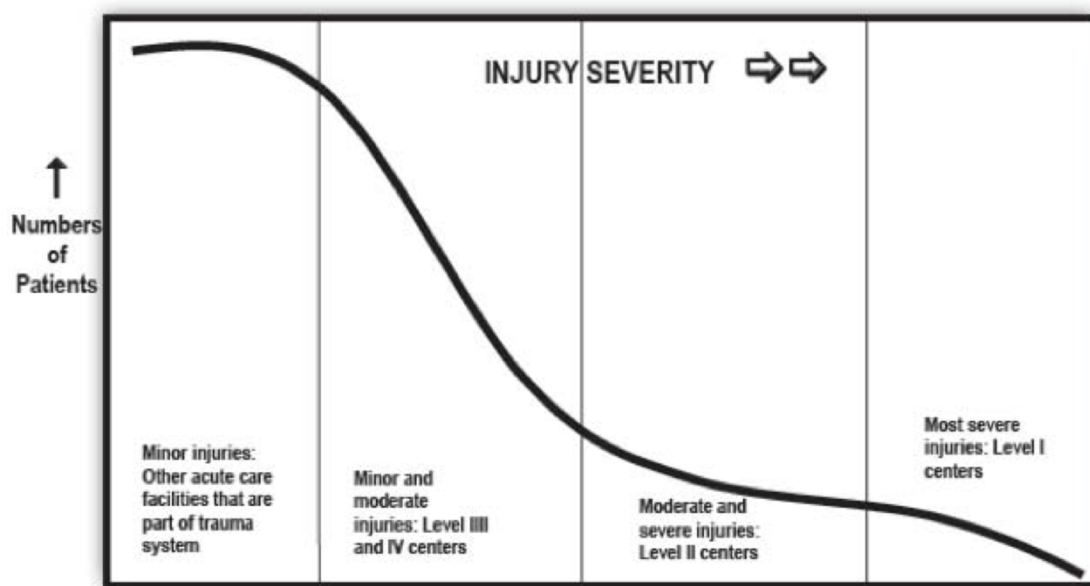


Figura 16- Sistema inclusivo americano del Trauma Maggiore

Nello specifico in America vediamo quattro diversi livelli di complessità delle strutture^{67,68}:

- Livello I: rappresenta la struttura centrale (Hub) del sistema americano ed è in grado di fornire assistenza riguardante tutti gli aspetti dalla prevenzione alla riabilitazione. Solitamente sono ospedali universitari e servono zone con un'elevata densità abitativa.

Gli elementi fondamentali per un centro di I livello sono:

- 24h di guardia del chirurgo di emergenza e rapida possibilità di attivazione di altri specialisti quali il chirurgo ortopedico, il maxillo-facciale, il neurochirurgo, il chirurgo vascolare, anestesista etc
- Fungere da riferimento per le comunità vicine
- Provvedere alla continua formazione dei membri del trauma team

- Prevedere un programma di autovalutazione
 - Contribuire tramite insegnamento e ricerca al miglioramento dei protocolli di gestione
 - Gestire un volume minimo annuale di traumi maggiori
- Livello II: sono centri in grado di iniziare le procedure di gestione di tutte le tipologie di pazienti e dovrebbero essere clinicamente equivalenti a centri di I livello fatta eccezione per quelle procedure ad alta complessità e specializzazione che vengono differite al centro hub.

Può avere un duplice ruolo: fungere da sostegno e coadiuvare l'attività di un limitrofo centro di I livello o, nel caso questo sia assente, assolverne il ruolo, specialmente in zone meno densamente abitate.

Le caratteristiche qualitative che possiede sono:

- Copertura immediata delle 24h da parte di un chirurgo e copertura anche da parte di altre specialità (neurochirurgia, anestesia, radiologia etc)
 - Capacità di trasferimento nel centro di I livello se vi è necessità di servizi quali la cardiocirurgia, la chirurgia microvascolare o l'emodialisi
 - Programmi di formazione per lo staff
 - Sistemi di valutazione interni
- Livello III: questi ospedali servono quelle comunità che non possono avere un immediato accesso ai servizi di cura di I e II livello.

Possono fornire una valutazione iniziale, rianimazione, interventi in emergenza, stabilizzazione del paziente e organizzare il trasferimento sicuro in centri più avanzati se necessario.

Gli elementi del trauma center di III livello sono:

- Copertura delle 24h da parte di un medico d'emergenza e rapido intervento del chirurgo e/o dell'anestesista
- Prevedere un programma di autovalutazione
- Prevedere il trasferimento dei pazienti più complessi nei centri di I e II livello
- Offrire supporto agli ospedali rurali e di comunità
- Presenza di un programma di sensibilizzazione per la comunità di riferimento

- Livello IV: si trovano solitamente nelle zone più rurali e sono in grado di fornire supporto avanzato (ATLS) in attesa del trasferimento verso altri centri. In generale hanno capacità di valutazione, di stabilizzazione e di diagnostica.

Fra le peculiarità vi sono:

- Strutture emergenziali di base per implementare il protocollo ATLS e copertura h24 del laboratorio analisi
- Può fornire il servizio di chirurgia e di cure intensive se disponibili
- Prevede il trasferimento di pazienti verso centri di I e II livello
- Prevede un controllo della qualità del servizio offerto
- Coinvolto nei programmi di prevenzione per la comunità di riferimento

Come precedentemente sottolineato un ruolo fondamentale è rappresentato dal primo triage che ci permette di indirizzare il paziente, compatibilmente alla disponibilità territoriale, verso un presidio piuttosto che un altro. In America il triage sul luogo dell'evento segue lo schema riportato in figura 17.

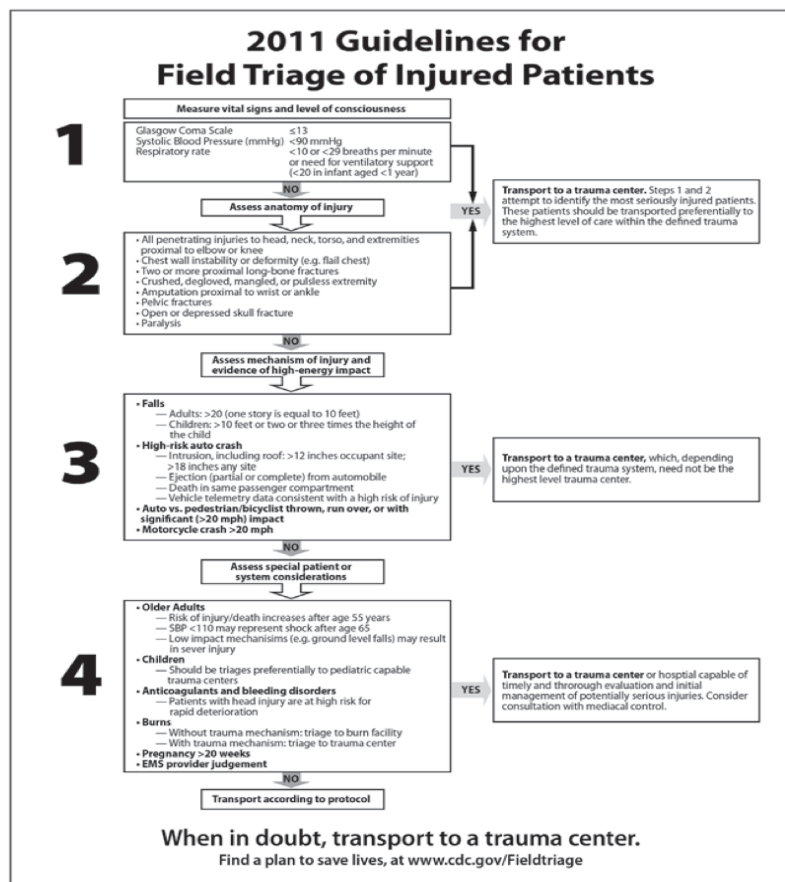


Figura 17- Criteri di centralizzazione del Trauma in USA, 2011

1.6.2. Modello francese TRENAU

Altro esempio di sistema integrato di gestione del trauma è il modello TRENAU (The Northern French Alps Trauma System), creato nel 2008 dall'ospedale universitario di Grenoble, che suddivide i pazienti in 3 livelli in base alla gravità (A, B o C) e sulla base di questi permette di indirizzarli verso i centri maggiormente appropriati nell'ottica di un migliore approccio terapeutico e di un più oculato utilizzo delle risorse.

Andando nello specifico si riscontrano ventidue presidi ospedalieri di cui tredici classificabili come trauma center di livello I, II o III livello in base alle caratteristiche e al grado di cura che possono offrire. (Figura 18)

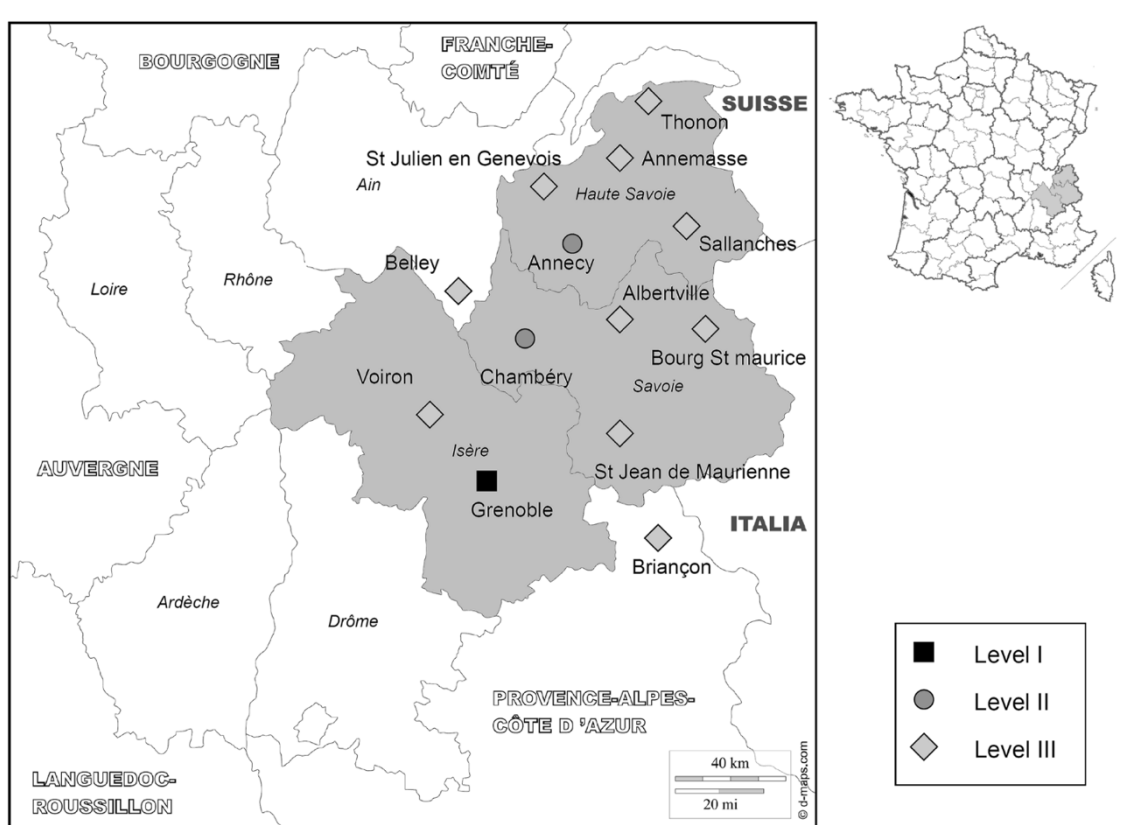


Figura 18 - Mappa del trauma system of the Northern French Alps (TRENAU).

In questo sistema il servizio di emergenza si organizza su due differenti livelli di attivazione: un'ambulanza Base Life Support come primo livello o una Advance Life Support per i pazienti con trauma severo secondo i criteri francesi Vittel. È in questa seconda casistica che abbiamo la suddivisione in grado A, B o C in base alle condizioni e alla risposta alle prime manovre rianimatorie (Figura 19).

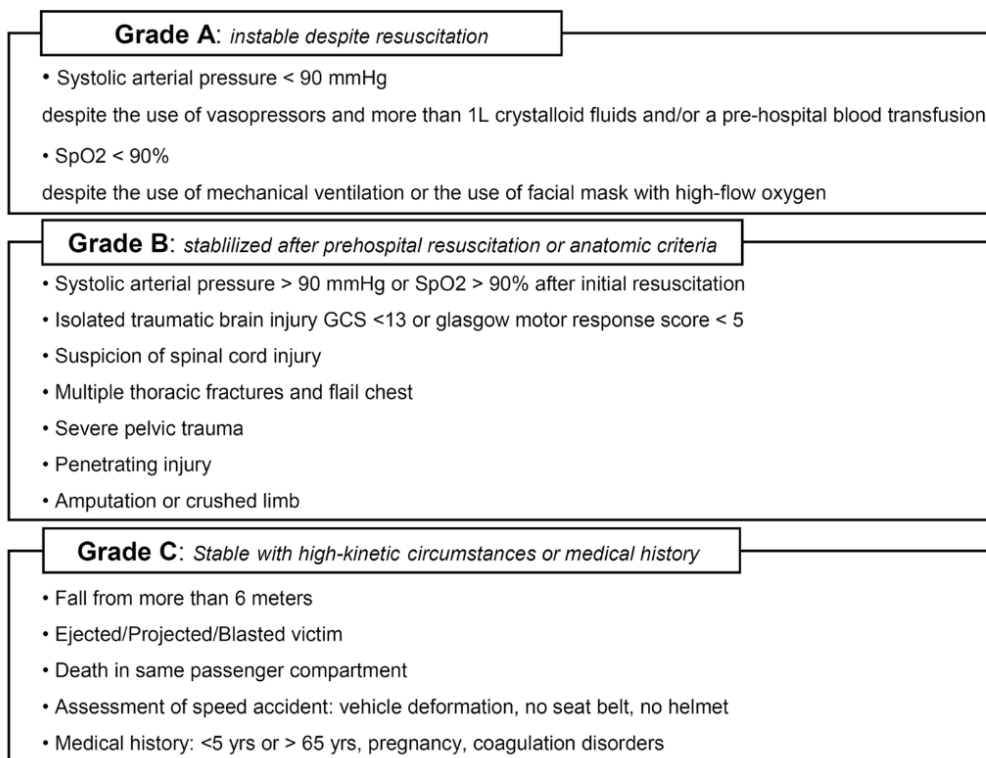


Figura 19 - Sistema di grading per la valutazione sulla scena secondo il modello TRENATU

Sulla scorta di questo sistema di grading si procede secondo algoritmo alla centralizzazione nel presidio più idoneo alla gestione del caso (Figura 20).

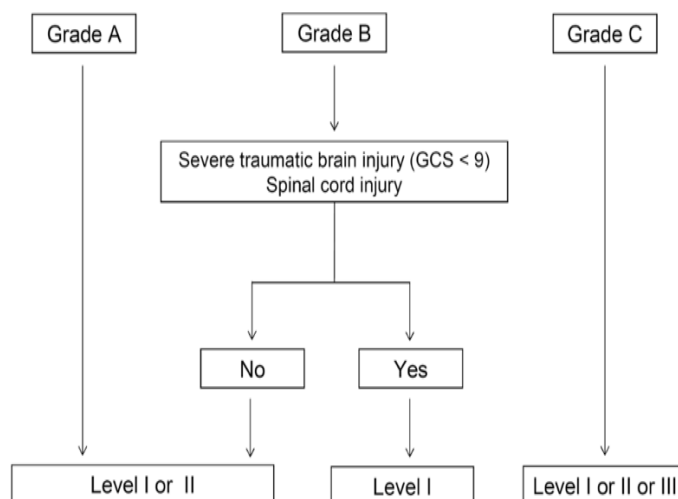


Figura 20 - Centralizzazione sulla base del grading e delle strutture secondo il TRENATU

Il TRENATU sembra essere uno dei modelli a cui guardare nell'ottica di ottimizzare le procedure di triage nella gestione del trauma maggiore.

1.6.3. Modello SIAT italiano e della regione Marche

Al fine di ridurre quelli che vengono considerati decessi evitabili, anche in Italia è stato istituito un Sistema Integrato di Assistenza al Trauma (SIAT). Secondo quanto previsto dal D.M. 70/2015 il principio alla base è quello del modello inclusivo dell'“Hub and Spoke”. In base a tale schema vi sono pochi centri specializzati (Hub) in cui si concentra la casistica più complessa e numerosi centri meno specializzati (spoke) fortemente interconnessi con i primi. Ad integrare questa rete di connessioni di base vi sono presidi altamente specifici, regionali o sovra regionali, come il Centro Grandi Ustionati, Unità Spinali Unipolari e Riabilitazione del Craniocervicale, Camera Iperbarica, Centro per il Trattamento delle Amputazioni traumatiche e Microchirurgia, Centro Antiveleni.

Più nello specifico i presidi che vengono individuati sono:

- Presidio di Pronto Soccorso per Traumi (PST): garantisce il supporto, anche chirurgico, di problematiche cardio-circolatorie prima del trasferimento in un centro di più alta specializzazione. Il trasporto di traumi in PTS, specialmente di traumi gravi, deve essere limitato al massimo e riservato a condizioni particolari quali ad esempio il caso di ambulanza non medicalizzata e distanza dai centri più specifici sensibilmente maggiore;
- Centro Traumi di Zona (CTZ): si colloca in una struttura DEA (di I o II livello) e garantisce h24 il trattamento di tutte le lesioni fatta eccezione per quelle connesse con particolari specialità. Tra gli standard di cui un CTZ deve essere dotato abbiamo personale addestrato alla gestione del trauma, area attrezzata di accettazione per il trauma (shock room), diverse specialità (chirurgia generale, anestesia e rianimazione, ortopedia, medicina d'urgenza), radiologia dotata di sistemi per il teleconsulto, laboratorio d'urgenza e centro trasfusionale, due sale operatorie contigue multifunzionali;
- Centro Traumi ad alta Specializzazione (CTS): afferisce ad una struttura sede di DEA di II livello con team del Dipartimento di Emergenza-urgenza dedicato alla gestione del trauma maggiore e deve rispettare degli standard di casi gestiti. In particolare, il volume di traumi annuo deve essere di circa 400-500 casi e i traumi gravi devono rappresentare almeno il 60% della casistica, considerando come

bacino d'utenza ideale quello compreso fra i 2.000.000 e i 4.000.000 di abitanti. Possiede le strutture e il personale idoneo a gestire tutte le tipologie di lesioni h24 fatta eccezione per quelle altamente specifiche gestite in centri regionali o sovra-regionali come precedentemente visto.

Le caratteristiche che deve rispettare sono:

- Sala di emergenza con possibilità in loco di stabilizzazione ed esami radiologici ed ecografici
- TAC e radiologia interventistica nelle immediate vicinanze
- Chirurgia generale e d'urgenza e possibilità di attivazione h24 del damage control
- Anestesia e rianimazione
- Rianimazione pediatrica (laddove prevista anche l'accettazione del trauma pediatrico)
- Ortopedia, neurochirurgia e radiologia interventistica
- Laboratorio e centro trasfusionale
- In aggiunta devono essere presenti specialità quali cardiocirurgia, maxillo-facciale, chirurgia plastica e previste (anche con accordi interaziendali) le funzioni di: urologia, neurologia ed elettrofisiologia, chirurgia vascolare, chirurgia toracica, chirurgia pediatrica, chirurgia vertebrale, endoscopia digestiva e broncoscopia, cardiologia, nefrologia e dialisi, diabetologia.

Tale linea guida vede la sua declinazione anche nel territorio della regione Marche che conta circa un milione e mezzo di abitanti e presenta tredici CTS suddivisi in un DEA di II livello, rappresentato dall'Azienda Ospedali Riuniti di Ancona, e dodici DEA di I livello (Pesaro, Urbino, Fano, Senigallia, Jesi, Fabriano, Civitanova Marche, Macerata, Camerino, Ascoli Piceno, San Benedetto del Tronto e Fermo). Inoltre, sono presenti quattro centrali operative del 118 (Macerata, Pesaro, Ancona e Ascoli Piceno) e due eliambulanze, a Fabriano e Ancona.

Questo ultimo servizio viene attivato su richiesta della centrale operativa del 118 in presenza di:

- ⇒ Rosso clinico: codice rosso e tempo di arrivo dell'ALS via terra maggiore di quello dell'elisoccorso
- ⇒ Rosso traumatico: codice rosso per assenza di informazioni cliniche o situazionali in evento traumatico e tempo di intervento ALS via terra superiore a quello di intervento da parte dell'elicottero di soccorso
- ⇒ Rosso situazionale: presenza di criteri situazionali che individuano con una probabilità maggiore del 30% casi in cui sono necessarie competenze rianimatorie. Tali criteri situazionali sono rappresentati da:
 - Qualsiasi luogo: proiezione all'esterno della vettura, arrotamento, coinvolgimento di autobus/mezzo pesante, incendio di mezzi, caudata (anche di mezzo) da più di 5 metri;
 - Strada extraurbana: frontale, investimento di pedone/ciclista, incidente motociclistico con proiezione;
 - Autostrada o strada principale: necessità di estricazione, coinvolgimento di pedone/motociclista, salto di corsia, incidente in galleria, traffico bloccato;
 - Altro: incidente in montagna/forra o comunque in luoghi non altrimenti raggiungibili, incidenti in specchi d'acqua, maxi-emergenza/emergenza NBCR (rischio nucleare, biologico, chimico e radiologico).
- ⇒ Rosso medico: richiesta del medico dell'emergenza territoriale in caso di patologia con tempo di trasporto via terra presso l'ospedale di riferimento superiore a quello di intervento dell'elisoccorso
- ⇒ Rosso centrale: richiesta del personale operatore di CO, sentito il medico di appoggio, sulla base di informazioni fornite dagli equipaggi di soccorso BLS intervenuti sul luogo dell'evento
- ⇒ Rosso maxi: maxi-emergenza/disastro
- ⇒ Rosso altro: in casi non previsti dal presente protocollo, su attivazione del medico di appoggio di una CO, sentito il medico di turno dell'elisoccorso
- ⇒ Rosso Procedurale: condizioni cliniche ad elevata probabilità di rapida centralizzazione oppure criteri di centralizzazione previsti da specifici percorsi assistenziali regionali. Fra queste annoveriamo:
 - Trauma con perdita di coscienza al momento della conclusione della chiamata

- Trauma con perdita di coscienza, anche solo transitoria, in soggetti con meno di dieci anni
- Trauma con segni suggestivi di lesione/interessamento midollare
- Traumi penetranti di testa/tronco
- Amputazioni prossimali a polso/caviglia ovvero schiacciamento, scuoiamento e maciullamento di un'estremità
- Amputazioni anche distali purché con meccanismo di trauma compatibile con reimpianto e parte amputata recuperabile
- Schiacciamento di torace/addome
- Ustioni estese di II e III grado
- Soggetti coinvolti in incendi in area confinata, con sospetto di intossicazione da fumi o con concomitante esplosione
- Annegamento, strangolamento, folgorazione

La centralizzazione primaria prevede che, in seguito alle informazioni pervenute dal 118, si coinvolga il mezzo più idoneo per il trasporto nella struttura più adeguata. Fondamentale nella scelta tener conto di alcuni elementi:

1. La compromissione delle vie aeree e/o della ventilazione richiede sempre un trattamento immediato;
2. L'outcome dei pazienti con lesioni emorragiche dipende dal controllo del sanguinamento e questo deve essere garantito tramite l'arrivo in un centro che possa fornire il trattamento definitivo, anche a discapito di una tempistica preospedaliera maggiore;
3. Verificare il tempo di arrivo al CTS o CTZ considerando la clinica e il potenziale trattamento del paziente.

Come concetto generale, se le tempistiche di trasporto in due strutture della rete di livello differente è sostanzialmente identico, si predilige sempre la sede di livello superiore.

Giunti in ambito ospedaliero il trauma team che si occupa della gestione ha come obiettivi quelli di identificare e trattare le lesioni minacciose per la vita, valutare le altre lesioni dando un ordine di priorità, individuare l'ambiente di ricovero più congruo, rivalutare continuamente il paziente per cogliere eventuali evoluzioni cliniche, comunicare con i familiari e compilare la cartella clinica di emergenza.

Tale squadra ha, come precedentemente detto, un core multidisciplinare e, riferendosi al DEA di II livello delle Marche, presenta una duplice possibilità di composizione.

Il primo (trauma team A) si compone di:

- Anestesista-Rianimatore
- Medico di pronto soccorso
- Medico radiologo
- Chirurgo d'urgenza
- Medico del centro trasfusionale
- Due infermieri dell'emergenza
- Tecnico radiologo
- Personale ausiliario

Se ritenuto necessario, il team leader, o chi per lui, può decidere di coinvolgere figure altre quali il neurochirurgo, l'ortopedico, altre chirurgie specialistiche (maxillo-facciale, vascolare, urologia, ORL etc), nonché infermieri di sala operatoria.

Il discorso è differente per l'altro team che invece non vede la presenza del medico anestesista rianimatore e del medico della medicina trasfusionale, fermo restando che anche in questo caso il medico di pronto soccorso può poi decidere di coinvolgere varie altre specialità a seconda delle necessità.

Il trauma team A viene attivato nel caso in cui ci sia almeno un criterio clinico di trauma maggiore (codice di triage 3 rosso) mentre il trauma team B si attiva nel caso di criterio situazionale in assenza di un criterio clinico di trauma maggiore (codice di triage 2 rosso).

La centralizzazione altresì può essere secondaria, ovvero nel caso in cui un trauma maggiore venga condotto in un PST o CTZ ma la valutazione clinica renda necessario un livello di trattamento più avanzato, si può provvedere al trasporto in un secondo momento.

Se il paziente in questione si presenta come emodinamicamente instabile è però necessario garantire tutte le misure di sicurezza in A e in B nonché il controllo del focolaio emorragico, se presente, prima di provvedere al trasferimento.

Essendo l'adeguatezza del livello di cure in funzione delle condizioni del paziente il cardine di tutto il sistema ecco come nel PDTA della regione Marche sia contemplata anche la procedura inversa ovvero la

decentralizzazione. Questa è fondamentale per il rientro dei pazienti stabilizzati nei nodi più periferici della rete così da garantire ai nuovi pazienti gravi di usufruire delle risorse messe a disposizione dal CTS^{6,16}.

1.7. Principali tipologie di trauma

Il trauma risulta essere una condizione particolarmente eterogenea sia per quanto concerne il meccanismo d'azione/l'agente lesivo, sia per la sede colpita e, in ultimo, anche per la tipologia di paziente e la sua risposta all'evento stressogeno.

Questo rende conto della necessità classificativa in varie tipologie poiché ognuna presenta delle peculiarità di trattamento e degli outcome differenti.

1.7.1. Trauma toracico

I traumi toracici possono rappresentare emergenze potenzialmente fatali per il coinvolgimento di strutture vitali quali il cuore, i polmoni, l'albero tracheobronchiale e i grossi vasi⁶⁹, inoltre sono una condizione tutt'altro che rara poiché si riscontrano in ben un 10% delle ammissioni ospedaliere per trauma⁷⁰. Dei pazienti con trauma toracico severo circa un terzo decede prima dell'arrivo in ospedale e un altro 20% muore più tardivamente per complicanze pleuropolmonari di varia natura⁷¹.

Li distinguiamo essenzialmente in traumi toracici chiusi e penetranti e la gravità del quadro è determinata dall'ampio spettro di lesioni possibile. In particolare quelle ad immediato rischio di exitus sono un'ostruzione delle vie aeree, un PNX iperteso, un PNX aperto, un tamponamento cardiaco, la rottura dei grossi vasi o un emotorace massivo⁷¹.

Le conseguenze fisiopatologiche sono ipossia, ipercapnia e acidosi. In particolare, le lesioni polmonari (siano esse lacerazioni, contusioni o ematomi) insieme all'eventuale alterazione delle pressioni intratoraciche, e quindi della meccanica respiratoria, portano a un quadro di ipossia a cui segue acidosi metabolica. L'ipercapnia invece aggrava il quadro contribuendo con la componente respiratoria all'acidosi.

Se nella valutazione iniziale ci si deve avvalere solo dell'esame obiettivo e dei parametri vitali, successivamente nella gestione del trauma toracico risultano fondamentali sia l'RX torace che l'ECO-FAST (Focus Assessment with Sonography in Trauma). In un secondo momento, se le condizioni lo permettono, la TC torace mostra una maggiore sensibilità nell'individuare un PNX o un emotorace. Esami come l'esofagografia o la broncoscopia possono essere condotti in base alla stabilità del paziente, alla clinica e ai sospetti diagnostici⁷².

Per quanto concerne il trattamento dei traumi toracici questi può variare ampiamente da approcci non operativi (come ad esempio lo stretto monitoraggio dell'evoluzione del quadro, il posizionamento di un drenaggio toracico, la terapia analgesica, il supporto ventilatorio etc) ad approcci chirurgici come la VATS (video-assisted thoracoscopic surgery) o la toracorotomia usata in casi particolarmente severi come l'emotorace massivo (presenza di almeno 1,5 L di sangue nello spazio pleurico o output del drenaggio > 200 ml/h per almeno 3 ore).⁷²

1.7.2. Trauma addominale

La maggioranza dei traumi addominali in Europa è ascrivibile a un meccanismo contusivo mentre le lesioni penetranti risultano meno frequenti. In particolare quasi un 80% è causato da incidenti stradali, un 12% circa sono traumi da caduta e il restante 8% circa sono eventi correlati ad attività sportiva⁷³.

La gestione e la prognosi dei pazienti con trauma addominale, tuttavia, negli ultimi 10 anni ha visto un notevole miglioramento grazie anche a metodiche quali il Trattamento Non Operativo (TNO), l'introduzione dell'angio-embolizzazione e la maggiore selezione dei pazienti da sottoporre a intervento chirurgico⁷⁴.

Più frequentemente il danno è a carico degli organi addominali, in particolare la milza è quella più frequentemente interessata (nel 60% dei casi può anche essere l'unica lesione presente) seguita dal fegato e poi dalle eventuali lesioni a carico degli organi cavi⁷⁵.

I danni riportati ai singoli organi possono essere sistematicamente classificati secondo la AAST (American Association for the Surgery of Trauma) (Figure 21 e 22)⁷³.

Grade	Hematoma	Dilacerations	Vascular injury
I	Subcapsular <10% of surface	Capsular, <1 cm deep	No
II	Subcapsular, between 10% -50% of surface Intraparenchymal, <10 cm in diameter	Parenchymal, between 1-3 cm deep and <10 cm long	No
III	Subcapsular ruptured or > 50% of surface or expansive Parenchymal rupture Intraparenchymal > 10 cm or expansive	Parenchymal, <3 cm deep	Possible
IV		Laceration affecting the vessels in the hilum, causing a devascularization > 25%	Yes
V		Broken intraparenchymal hematoma with active bleeding. Injury to segmental or hilar vessels, leading to a complete infarction	In the splenic pedicle
VI		Spleen avulsion	2/4.9

Figura 21 - Classificazione AAST delle lesioni spleniche

Grade	Hematoma	Dilacerations	Vascular injury
I	Subcapsular <10% of surface	Capsular <1 cm deep	No
II	Subcapsular between 10% -50% of the surface Intraparenchymal <10 cm in diameter	Parenchymal 1-3 cm deep and <10 cm long	No
III	Subcapsular ruptured or > 50% of surface or expansive Parenchymal ruptured Intraparenchymal > 10 cm or expansive	Parenchymal > 3 cm deep	No
IV		Parenchymal, affecting 25% -75% of a lobe or 1-3 unilobar segments	No
V		Parenchymal, involving > 75% of a lobe or > 3 unilobar segments	Subhepatic veins, Retrohepatic vena cava
VI			Hepatic avulsion

Figura 22 - Classificazione AAST delle lesioni epatiche

In aggiunta ci sono organi più raramente colpiti e le cui lesioni spesso passano misconosciute: un esempio su tutti è il pancreas che viene coinvolto in circa un 2% dei casi e il 90% delle volte in associazione ad almeno un'altra lesione e inoltre, a causa della sua posizione, della clinica non eclatante e dell'imaging non dirimente nelle fasi iniziali spesso tali lesioni vengono riscontrate solo più tardivamente⁷⁶.

Oltre alle lesioni degli organi intraddominali sono possibili danni a carico degli assi vascolari, condizione associata prevalentemente a traumi penetranti e quindi anche molto più rara, sebbene gravata da un'alta mortalità (20-60%)⁷⁷. I più comuni vasi colpiti sono l'aorta, l'arteria mesenterica superiore, le arterie iliache, la vena cava inferiore, la vena porta e le vene iliache.

La presentazione clinica essenzialmente differisce a seconda che il sanguinamento sia tamponato (ematoma retroperitoneale) o sia un sanguinamento libero in cavità addominale⁷⁷.

Fondamentale nell'inquadramento è sicuramente l'esame obiettivo del paziente: un riscontro di alterazioni dello stato emodinamico, fenomeni di reazione di difesa peritoneale o altri segni clinici peculiari possono suggerire la presenza di un trama chiuso dell'addome tuttavia una negatività dell'esame clinico non deve farci escludere la possibilità di eventuali lesioni che vanno poi approfondite con esami dotati di maggiore sensibilità e specificità quali l'ecografia o la TC⁷⁵.

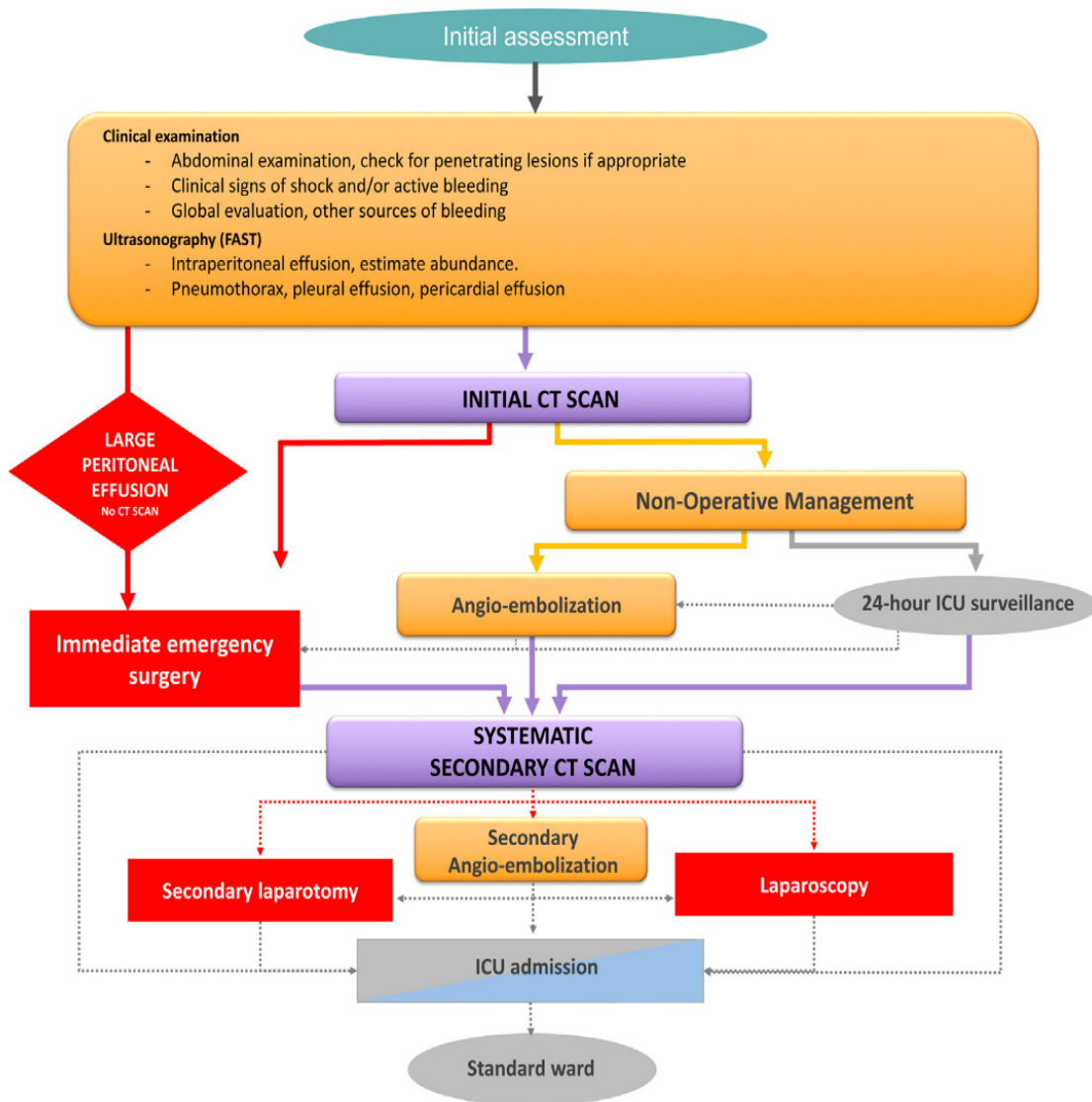


Figura 23 - Esempio di flowchart di gestione del trauma addominale

1.7.3. Trauma pelvico

Quelle pelviche sono fra le più pericolose e mortali lesioni conseguenti ad un trauma, considerando che spesso si tratta pazienti giovani con un ISS che si attesta fra valori di 25 e 48⁷⁸.

La problematica principale è dovuta all'anatomia della zona e al rischio di lesione dei tronchi vascolari, difatti la principale causa di morte è attribuibile al sanguinamento pelvico e, solo secondariamente, alle lesioni concomitanti o ad altre complicanze tardive⁷⁹.

Le due principali classificazioni anatomiche delle fratture pelviche sono quella TILE e quella di Young-Burgess (Figura 24).

La prima riconosce tre classi:

- Tipo A: frattura stabile sia sul piano rotazionale che verticale
- Tipo B: stabile sul piano rotazionale ma instabile su quello verticale
- Tipo C: instabile su entrambi i piani

La seconda invece valuta il meccanismo e prevede: compressione anteroposteriore, compressione laterale, “vertical shear”, meccanismi combinati.

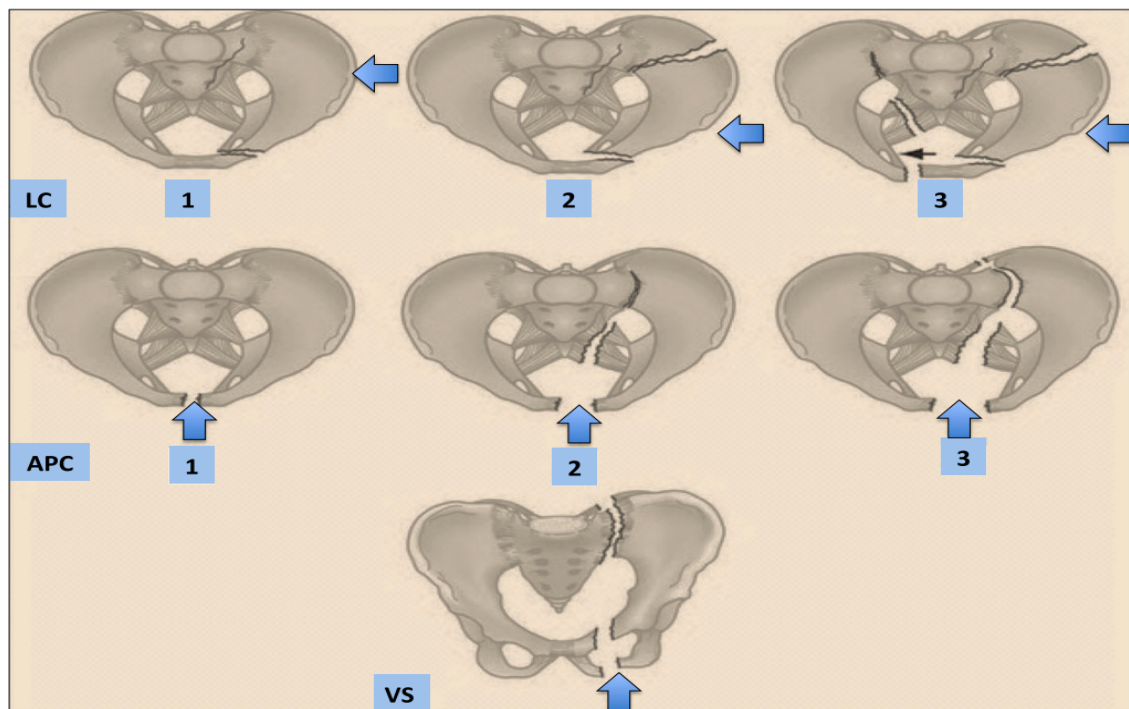


Figura 24 - Classificazione di Young-Burges delle fratture pelviche

La più corretta strategia di approccio dovrebbe però tenere in considerazione la stabilità e la funzione dell'anello pelvico ma anche l'emodinamica del paziente e le lesioni associate⁸⁰.

Ad esempio, una delle più complete classificazioni disponibili è quella della World Society of Emergency Surgery (WSES) che considera sia le caratteristiche anatomiche della lesione, riferendosi alla classificazione di Young-Burges, e sia stabilità del paziente, dove, riferendosi all'ATLS, si definisce instabile un paziente con pressione arteriosa sistolica <90 mmHg e frequenza cardiaca >120 bpm e/o con segni marcati di vasocostrizione periferica e/o alterato stato di coscienza e/o alterazione del respiro⁷⁸ (Figura 25).

Questa prevede una triplice divisione del trauma pelvico:

- Lieve (Grado WSES 1): lesioni meccanicamente ed emodinamicamente stabili
- Moderato (Grado WSES 2 e 3): lesioni emodinamicamente stabili e meccanicamente instabili
- Severe (Grado WSES 4): lesioni emodinamicamente e meccanicamente instabili

	WSES grade	Young-Burgees classification	Haemodynamic	Mechanic	CT-scan	First-line Treatment
MINOR	WSES grade I	APC I - LC I	Stable	Stable	Yes	NOM
MODERATE	WSES grade II	LC II/III - APC II/III	Stable	Unstable	Yes	Pelvic Binder in the field ± Angioembolization (if blush at CT-scan) OM - Anterior External Fixation *
	WSES grade III	VS - CM	Stable	Unstable	Yes	Pelvic Binder in the field ± Angioembolization (if blush at CT-scan) OM - C-Clamp *
SEVERE	WSES grade IV	Any	Unstable	Any	No	Pelvic Binder in the field Preperitoneal Pelvic Packing ± Mechanical fixation (see over) ± REBOA ± Angioembolization

Figura 25 - Classificazione WSES delle fratture pelviche

Gli approcci a disposizione per la gestione del quadro sono molteplici a seconda dei protocolli ma guidati sempre dall'emodinamica del paziente e aventi come primi obiettivi la stabilizzazione dell'anello pelvico e il controllo dell'emorragia (Figura 26)⁷⁹.

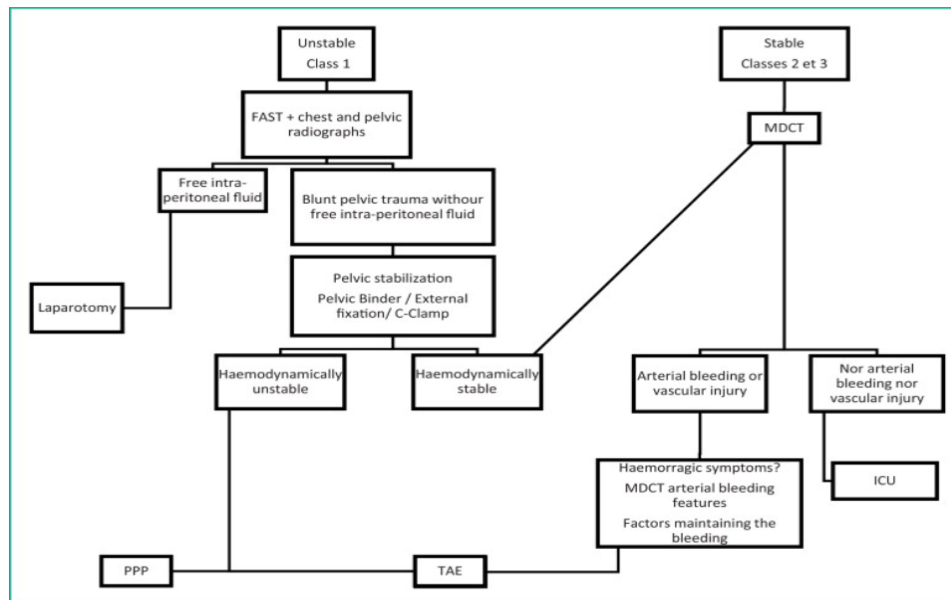


Figura 26 - Flow-chart dell'approccio al trauma pelvico (PPP= packing preperitoneale; TAE: angio-embolizzazione arteriosa; ICU: Terapia Intensiva; MDTC: Angio-TC)

1.7.4. Trauma cranico

Il trauma cranico viene definito come un'interruzione della funzione cerebrale o altra evidenza di patologia cerebrale connessa con una forza esterna⁸¹.

Da un punto di vista epidemiologico rappresenta una condizione di fondamentale rilievo tanto che circa la metà della popolazione mondiale almeno una volta nella vita ha sperimentato un trauma cranico e che, annualmente, il costo sanitario globale per la gestione di tali eventi è approssimativamente di 400 miliardi⁸².

Una delle principali classificazioni vede la divisione in trauma cranico chiuso e trauma aperto/penetrante sulla base dell'interezza dello scalpo osseo e della dura madre.

Da un punto di vista clinico-funzionale invece è ampiamente adottato la suddivisione sulla base del punteggio di GCS:

- Lieve: GCS compreso fra 13 e 15
- Moderato: GCS fra 9 e 12 (riduzione dello stato di coscienza)
- Severo: GCS fra 3 e 8 (paziente in coma)

Tale classificazione, sebbene largamente impiegata, risulta limitativa poiché non prende in considerazione il substrato anatomopatologico delle lesioni e perché spesso le manovre intraprese sul campo, quali sedazione e intubazione oro-tracheale, possono mistificare il quadro⁸³.

Il danno si divide classicamente in un danno primario, dovuto all'evento traumatico in sé, e secondario ovvero tutte le conseguenze fisiopatologiche che si verificano nelle ore/giorni successivi all'evento stesso⁸⁴.

I meccanismi sono essenzialmente dovuti all'urto dell'encefalo sulla scatola cranica (e il conseguente "contraccolpo" nella sede opposta), allo stiramento, o addirittura strappo delle fibre assionali, e alla lesione diretta delle strutture dovute a un danno penetrante. Ad aggravare ciò, soprattutto nei traumi moderati-severi, ci sono le lesioni vascolari che portano alla fuoriuscita di sangue e leucociti in una sede immunologicamente privilegiata conducendo all'attivazione della risposta infiammatoria con tutta la cascata citochinica che ne consegue⁸⁵. Da un punto di vista fisiopatologico è fondamentale, secondo quanto ci dice la legge di Monro-Kellie, l'aumento della pressione intracranica (PIC) e quindi la conseguente diminuzione della perfusione cerebrale: ecco che il monitoraggio della PIC risulta essere uno strumento essenziale nella gestione di questi pazienti⁸⁶.

L'eterogeneità dei quadri dipende anche dalle numerose tipologie di lesioni che si possono riscontrare, fra queste le più frequenti sono: concussione, ematomi extraparenchimali (subdurali ed epidurali), contusioni

cerebrali, emorragie sub-aracnoidee e danno assonale diffuso (principale causa di discrepanza fra clinica ed imaging TC)⁸⁷.

Nel management il neuroimaging, che sia tramite TC o tramite MRI e relative pesature, è un cardine per la diagnosi, per la gestione, per predire l'outcome e per il trattamento⁸⁸, ricordando che la gestione terapeutica sia essa farmacologica, strumentale o chirurgica nel trauma cranico è peculiare rispetto ad altre tipologie di trauma⁸⁹.

1.7.5. Trauma spinale

Lesioni alla colonna e al midollo sono normalmente provocate da traumi ad alta energia o a bassa energia nel caso di popolazioni selezionate come gli anziani⁹⁰. Da un punto di vista epidemiologico questo si traduce in un duplice picco: un primo tra i 15 e i 29 anni e un secondo invece superati i 50 anni⁹¹.

Anche nel trauma midollare possiamo distinguere un danno primario e uno secondario e temporalmente si individua una fase acuta (<48h), una subacuta (da 48h a 14 giorni), intermedia (da 14 giorni a 6 mesi) e cronica (>6 mesi). Quello primario è un evento meccanico con lesione o transezione del midollo e danno al sistema vascolare cui consegue l'attivazione della cascata infiammatoria e di tutti i fenomeni del danno secondario⁹¹.

Fondamentale è il controllo di quelle situazioni ad immediato rischio per la vita del paziente connesse da un lato alle alterazioni delle fibre nervose e dall'altro alle lesioni associate. Ricordiamo quindi la gestione delle vie aeree e della respirazione, del quadro ipotensivo, poiché correlato con un peggiore outcome neurologico, e di possibili aritmie e/o bradicardie⁹².

Tutti i pazienti con confermato o sospetto trauma spinale inoltre dovrebbero essere immobilizzati onde evitare l'aggravamento del quadro, e tale limitazione alla mobilità si ottiene tramite collare cervicale, tavola spinale e manovre specifiche nella gestione (es. logroll con stabilizzazione manuale del rachide cervicale)⁹³. Successivamente alla fase di stabilizzazione iniziale è necessaria un'approfondita valutazione neurologica e lo strumento più utilizzato, che presenta anche un valore prognostico, è la classificazione dell'American Spinal Injury Association (ASIA) (Figura 17)⁹⁴.

Tale classificazione prevede cinque gruppi:

- A (Completa): deficit motorio e sensitivo a livello del segmento sacrale S4-S5
- B (Incompleta): deficit motorio completo con conservazione della sensibilità al di sotto del livello neurologico

- C (incompleta): la motilità volontaria è conservata al di sotto del livello neurologico e più della metà dei muscoli chiave ha una validità inferiore a 3
- D (incompleta): la motilità volontaria è conservata al di sotto del livello neurologico e almeno la metà dei muscoli chiave ha una validità uguale o superiore a 3
- E (normale): nessun sintomo neurologico (non ipovalidità muscolare, sensibilità integra, non disturbi sfinterici ma possibili alterazioni dei riflessi)

Oltre alla mortalità nell'immediato, la principale problematica connessa al trauma spinale è la prognosi a lungo termine intesa soprattutto come riduzione drastica della qualità di vita, sebbene i quadri che si possono presentare siano molto eterogenei in base alla zona e all'entità della lesione. Fra questi annoveriamo: alterazioni motorie e calo dell'ADLs (Activity of Daily Living), disfunzioni respiratorie, disfunzioni cardiocircolatorie, sindrome cardio metabolica, dolore neuropatico, spasticità, vescica neurologica, alterazioni della funzionalità intestinale, lesioni da pressione, squilibrio del metabolismo osseo, disfunzioni sessuali e infertilità, compromissione psico-sociale⁹⁵.

2. Ipotesi dello studio

Il trauma ha una fondamentale rilevanza epidemiologica e un impatto altrettanto importante sulla gestione e l'organizzazione delle risorse sanitarie.

La standardizzazione di un quadro tanto eterogeneo tramite score risulta fondamentale sia per il triage che per la gestione nonché per la previsione di diversi outcome quali ad esempio mortalità, massimo livello di cure necessarie, durata media della degenza etc. In letteratura numerosi score vengono descritti e presentati ognuno con le proprie peculiarità e i propri limiti. In particolare, quello maggiormente impiegato in Italia risulta essere l'ISS.

Risulta altresì fondamentale un modello unificato e codificato di gestione del trauma soprattutto quando ci si riferisce al trauma maggiore. Tuttavia, in Italia il sistema di emergenza-urgenza risulta differire da regione a regione, al netto delle linee guida ministeriali che danno un'impostazione comune; nello specifico, nelle Marche si utilizza un sistema di centralizzazione nel DEA di II livello che si fonda su criteri clinici e criteri situazionali. Se per i primi è intrinseca la condizione clinica del paziente lo stesso non si può dire per i criteri situazionali dove si vanno a ricercare quei meccanismi che con alta probabilità possono aver prodotto lesioni potenzialmente pericolose senza avere la certezza, e l'immediato oggettivo riscontro, della reale gravità clinica del paziente. Naturalmente in base a quelli che sono i criteri adottati si produce un differente tasso di under-triage e di over-triage che, nell'ottica di una maggiore efficienza del sistema, dovrebbero attestarsi al di sotto di valori predefiniti.

Alla luce delle precedenti evidenze è stato ritenuto necessario condurre uno studio volto a descrivere il quadro clinico dei pazienti che vengono centralizzati nel DEA di II livello della regione Marche mediante elisoccorso.

3. Obiettivo dello studio

3.1. Obiettivo principale

L'obiettivo principale dello studio consiste sia nel descrivere mediante il valore medio di ISS il quadro clinico dei traumi maggiori centralizzati nel DEA di II livello della regione Marche mediante elisoccorso sia nel calcolare l'eventuale tasso di over-triage.

3.2. Obiettivi secondari

Gli obiettivi secondari considerati sono i seguenti:

- Descrivere l'outcome ospedaliero dei pazienti con trauma maggiore centralizzati nel DEA di II Livello della regione Marche mediante elisoccorso e confrontare l'outcome di pazienti centralizzati mediante criteri situazionali con quello dei centralizzati tramite criteri clinici.
- Descrivere il massimo livello di cure di cui necessita il paziente con trauma maggiore centralizzato nel DEA di II Livello della regione Marche mediante elisoccorso e confrontare il massimo livello di cure di cui necessitano i centralizzati mediante criteri situazionali con quelli centralizzati mediante criteri clinici.
- Descrivere la durata media della degenza dei pazienti con trauma maggiore centralizzati mediante elisoccorso nel DEA di II livello della regione Marche e confrontare la durata media della degenza dei centralizzati tramite criteri situazionali con quella dei centralizzati mediante criteri clinici.
- Calcolare i principali score traumatologici (ISS, NISS, SI, GCS e RTS) dei pazienti con trauma maggiore centralizzati mediante elisoccorso nel DEA di II livello della regione Marche e confrontare gli score ottenuti nei pazienti centralizzati tramite criteri situazionali con quelli ottenuti nei pazienti centralizzati mediante criteri clinici.

4. Disegno dello studio

Studio osservazionale retrospettivo monocentrico.

4.1 Popolazione

Pazienti adulti centralizzati nel DEA di II livello della regione Marche mediante elisoccorso nel primo trimestre del 2022.

4.2 Setting

Dipartimento di Emergenza e Accettazione, SOD, dell'Azienda Ospedaliera Universitaria delle Marche.

4.3 Criteri di selezione per l'arruolamento

I pazienti considerati per l'arruolamento presentavano tutti i criteri di inclusione e nessun criterio di esclusione.

4.3.1 Criteri di inclusione

- ❖ Pazienti con criterio clinico o situazionale per trauma maggiore centralizzati nel DEA di II livello della regione Marche mediante elisoccorso
- ❖ Età maggiore di 18 anni

4.3.2 Criteri di esclusione

- ❖ Pazienti con criterio clinico o situazionale per trauma maggiore centralizzati nel DEA di II livello mediante ambulanza
- ❖ Pazienti con trauma in assenza di criteri clinici o situazionali per trauma maggiore

5. Materiali e metodi

Nel periodo considerato, ovvero il primo trimestre del 2022, sono stati arruolati tutti i pazienti centralizzati mediante elisoccorso nel DEA di II livello che presentavano tutti i criteri di inclusione e nessun criterio di esclusione. Non sono state previste procedure specifiche per l'arruolamento essendo lo studio in questione di tipo osservazionale retrospettivo. I dati sono stati ottenuti dai verbali del pronto soccorso e dalla consultazione dei software per la gestione degli esami laboratoristici e di imaging.

5.1 Variabili registrate

- Età
- Sesso
- Data ammissione/dimissione
- Massimo livello di cure fornite
- Pressione arteriosa sistolica
- Frequenza cardiaca
- Frequenza respiratoria
- Glasgow coma scale (GCS)
- Injury severity score (ISS)
- New trauma injury severity score (NISS)
- Shock index (SI)
- Procedura di attivazione sangue
- Glasgow outcome scale (GOS)
- Revised Trauma Score (RTS)

6. Analisi statistica

6.1. Analisi statistica

Per l'analisi statistica si è utilizzato il software MedCalc Statistical Software version 18.2.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). La distribuzione delle variabili categoriche è stata espressa come frequenza assoluta e percentuale; le variabili numeriche sono state presentate come media (\pm deviazione standard), se normalmente distribuite, o come mediana (range interquartile), se non normalmente distribuite. La normalità della distribuzione è stata testata utilizzando il test di Shapiro-Wilk. Per il confronto di variabili categoriche tra i due gruppi è stato utilizzato il test del Chi- quadrato o il test di Fisher, come appropriato; mentre per il confronto di variabili numeriche tra i due gruppi è stato utilizzato il test t di Student o il Mann-Whitney U test, in base alla distribuzione delle variabili. È stato calcolato il coefficiente di correlazione di Spearman e il suo intervallo di confidenza al 95% per valutare la correlazione tra variabili numeriche. Per ogni test statistico condotto, una $p < 0.05$ è stata considerata significativa.

6.2. Dimensione del campione

In considerazione della natura puramente descrittiva dell'obiettivo principale dello studio non si è considerato necessario uno studio della dimensione del campione. Sono stati arruolati tutti i pazienti che presentavano tutti i criteri di inclusione e nessun criterio di esclusione nel periodo del primo trimestre del 2022.

7. Risultati

Nel primo trimestre del 2022 sono stati considerati complessivamente 87 pazienti centralizzati nel DEA di II livello della Regione Marche mediante elisoccorso. Di questi, 18 (20.7 %) sono stati esclusi dall'analisi descrittiva per la mancanza, nella scheda dell'elisoccorso, della specificazione del criterio di centralizzazione. Tra i 69 pazienti considerati, per 16 (23,2%) era stato riportato nella scheda un criterio clinico, per i restanti 53 (76,8%) un criterio situazionale, Figura 27.

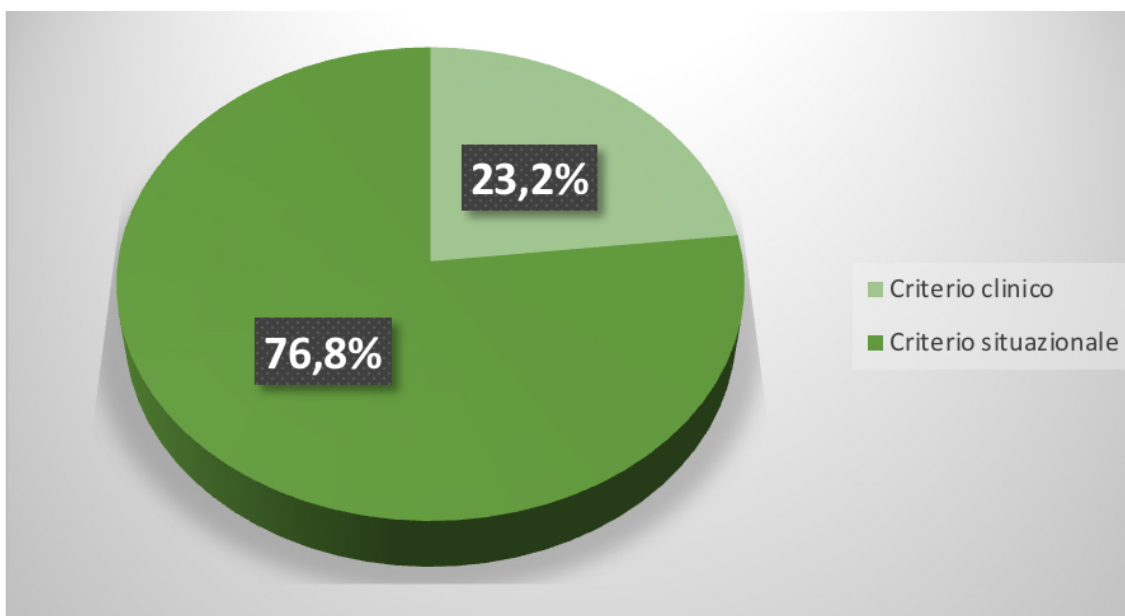


Figura 27 -Pie chart sui differenti criteri presenti nelle schede dell'elisoccorso

Sulla base della definizione dei criteri di trauma maggiore nella Regione Marche, secondo la DGR 988/16, per quello che riguarda i 16 pazienti con criterio clinico, 7 (43,7%) avevano criterio *alpha* (Glasgow Coma Score inferiore o uguale a 13), 2 (12,5%) criterio *bravo* (PAS < 90 mmHg nell'adulto), 1 (6,3%) criterio *echo* (presenza di ferite penetranti a testa, collo, tronco o alle estremità prossimalmente a gomito o ginocchio), 2 (12,5%) criterio *foxtrot* (presenza di trauma da schiacciamento torace e/o addome e/o pelvi), 1 (6,3%) criterio *india* (presenza di fratture pelviche), 3 (18,7%) criterio *mike* (presenza di trauma al rachide con deficit neurologici, anche sospetti).

Per i 53 pazienti con criterio situazionale, 11 (20,7%) presentavano criterio *papa* (caduta da un'altezza di oltre 5 metri per l'adulto), 10 (18,9%) criterio *quebec* (pedone urtato da veicolo e proiettato a più di 3 metri

dal punto di impatto con veicolo), 20 (37,7%) criterio *sierra* (intrusione lamiera nell'abitacolo > 30 cm sul lato paziente o > 45 cm sul lato opposto), 2 (3,8%) criterio *tango* (precipitazione veicolo > 3 m), 10 (18,9%) criterio *victor* (ciclista/motociclista proiettato o sbalzato > 3 metri rispetto al punto d'impatto).

L'età mediana dei 69 pazienti era di 52 [31-64] anni e 45 (65,2 %) erano maschi.

Lo score RTS era disponibile per 65 pazienti (94,2%) e aveva un valore mediano di 8 [8 – 8] punti; lo Shock Index per 64 (92,7%) e aveva un valore mediano di 0,63 [0,53 – 0,81]; l'ISS per 63 (91,3%) e aveva un valore mediano di 9 [4 – 17] punti; il NISS per 63 (91,3%) e aveva un valore mediano 13 [4 – 22] punti. Il valore mediano di Glasgow Coma Score sulla scena era di 15 [14 – 15] punti.

Prendendo in considerazione gli score clinici calcolabili con i parametri rilevati sulla scena e l'ISS, è emerso come l'RTS presenti una correlazione inversa con l'ISS (rho di Spearman – 0,324, [IC 95% -0,534 - - 0,077], p = 0,01), mentre non è stata rilevata nessuna correlazione significativa tra lo Shock Index e l'ISS (rho di Spearman 0,014, [IC 95% -0,243 – 0,269], p = 0,91).

Considerando l'indisponibilità per 6 pazienti (8,7%) dell'ISS score e quindi della possibilità di definire se si trattasse di trauma maggiore o meno, sono stati presi in considerazione in definitiva 63 pazienti.

Di questi, 17 pazienti (27 %) avevano ricevuto un codice di rientro 3-Rosso e, tra questi, 5 pazienti (29,1 %) avevano un ISS < 15. I pazienti centralizzati con codice di rientro 2-Rosso erano quindi 46 (69,8%). Per 7 pazienti (15,2%) si confermava un trauma maggiore (ISS >15) mentre 37 pazienti (84,1%) non rientravano nella definizione. L'incidenza complessiva di over-triage, quindi, è risultata del 69,8% (44 pazienti su 63).

Nella tabella 1 sono presentati i pazienti classificati come trauma maggiore per i singoli criteri situazionali registrati e la percentuale di over-triage per ogni singolo criterio.

Criteri situazionali (n = 46)	ISS > 15	ISS < 15	Over-triage
<i>Papa</i> (n = 9)	1	8	88,9 %
<i>Quebec</i> (n = 9)	2	7	77,8 %
<i>Sierra</i> (n = 18)	3	15	83,3 %
<i>Tango</i> (n = 2)	1	1	50 %
<i>Victor</i> (n = 8)	0	8	100 %

Tabella 1-Numero di pazienti con trauma maggiore e no, classificati per singolo criterio situazionale

Dal confronto tra i due gruppi, pazienti centralizzati con codice di rientro 3-rosso (*Gruppo A*) e quelli centralizzati con codice di rientro 2-rosso (*Gruppo B*) sono emerse differenze significative sia nelle caratteristiche demografiche sia nelle caratteristiche cliniche rilevate sulla scena del trauma. È emerso come nel *Gruppo A* ci fosse una proporzione significativamente maggiore di pazienti maschi (88,2 %) rispetto al *Gruppo B* (56,5 %), $p = 0,03$. Inoltre, è stato osservato un valore mediano di GCS significativamente inferiore nel *Gruppo A* (13 [10,75-15] punti) rispetto al *Gruppo B* (15 [15-15] punti), $p < 0,01$. Il valore mediano della frequenza respiratoria è risultato significativamente maggiore nel *Gruppo A* (15 [14-20] atti/min) rispetto al *Gruppo B* (14 [12-16] atti/min), $p = 0,04$. Alla stessa maniera, la SpO₂ e la pressione arteriosa sistolica erano significativamente inferiori nel *Gruppo A* rispetto al *Gruppo B*, rispettivamente 96 [91,5-99] % vs 99 [98-100] %, $p < 0,01$, e $115,88 \pm 25,11$ mmHg vs $133,31 \pm 23,51$ mmHg, p -value 0,01. Lo Shock Index era significativamente maggiore nel *Gruppo A* rispetto al *Gruppo B* ($0,82 \pm 0,31$ punti vs $0,66 \pm 0,17$ punti, $p = 0,01$).

Caratteristiche	Gruppo A (n = 17)	Gruppo B (n = 46)	p-value*
Età, anni	53,1 ± 25	48 ± 20,4	0,41
Maschi, n (%)	15 (88,2)	26 (56,5)	0,03
GCS, punti	13 [10,7-15]	15 [15-15]	< 0,01
FR, atti/min	15 [14-20]	14 [12-16]	0,04
SpO ₂ , %	96 [91,5-99]	99 [98-100]	< 0,01
PAS, mmHg	115,9 ± 25,1	133,3 ± 23,5	0,01
FC, battiti/min	90,8 ± 27,8	84,8 ± 14,4	0,28
Shock Index, punti	0,82 ± 0,31	0,66 ± 0,17	0,01

Dati presentati come frequenze assolute e percentuali, media ± deviazione standard o mediana [range interquartile].

**test t di Student o Mann-Whitney U test, come appropriato. Test di Fisher*

GCS = Glasgow Coma Scale; FR = frequenza respiratoria; PAS = pressione arteriosa sistolica; FC = frequenza cardiaca

Tabella 2- Confronto delle caratteristiche demografiche e cliniche dei pazienti dei due gruppi

La procedura di attivazione sangue è stata avviata in una proporzione significativamente maggiore di casi nel *Gruppo A*, 7 (41,2%), rispetto al *Gruppo B*, 1 (2,2 %), $p < 0,01$, Figura 28.

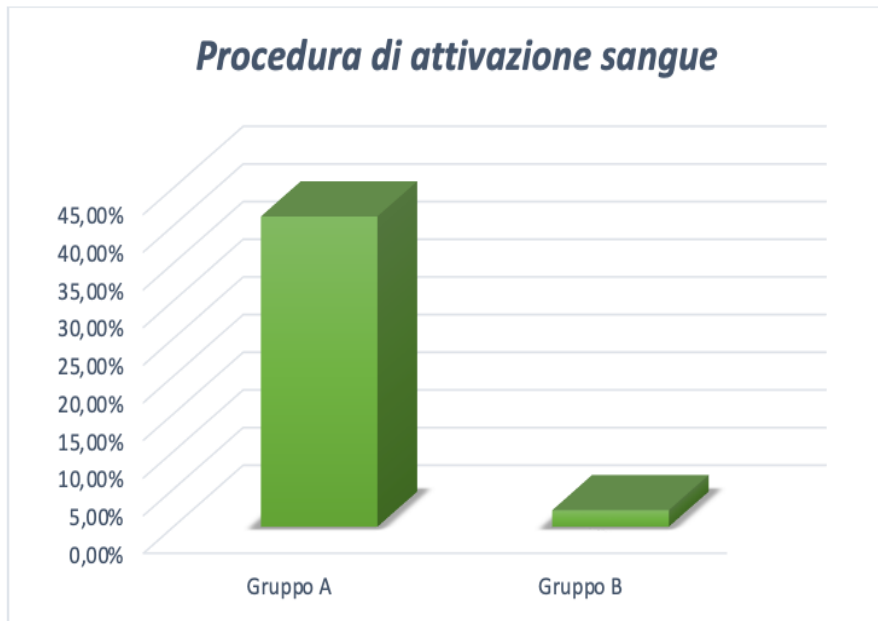


Figura 28 - Procedura di attivazione sangue nei due gruppi di pazienti

Le caratteristiche dei due gruppi di pazienti all'arrivo in pronto soccorso sono presentate in Tabella 3.

Caratteristiche all'arrivo in PS	Gruppo A (n = 17)	Gruppo B (n = 46)	p-value*
GCS, punti	13 [3-15]	15 [15-15]	< 0,01
FR, atti/min	19,3 ± 3	18,8 ± 3,6	0,80
SpO2, %	100 [96,5-100]	99 [97-100]	0,14
PAS, mmHg	118,2 ± 28	138,5 ± 19,2	< 0,01
ISS, punti	18 [14-22]	4 [1-13]	< 0,01
NISS, punti	22 [17-30,25]	8 [3-17]	< 0,01
pH	7,38 [7,31-7,40]	7,42 [7,39-7,44]	< 0,01
PaCO2, mmHg	39,8 ± 7,3	36,2 ± 6	0,06
PaO2, mmHg	200,8 ± 98,1	79,8 ± 21,6	< 0,01
BE, mmol/L	-3,9 ± 3,5	-0,6 ± 2,5	< 0,01
Lattati, mmol/L	1,8 [1,2-2,3]	1,4 [1-2,1]	0,25
Hb, gr/dl	12,8 ± 2,6	14,3 ± 1,5	< 0,01
INR	1,18 [1,05-1,25]	1,04 [0,99-1,10]	< 0,01

Dati presentati come media ± deviazione standard o mediana [range interquartile].

*test t di Student o Mann-Whitney U test, come appropriato.

GCS = Glasgow Coma Scale; FR = frequenza respiratoria; PAS = pressione arteriosa sistolica; PaCO2 = pressione arteriosa parziale di anidride carbonica; PaO2 = pressione arteriosa parziale dell'ossigeno; BE = basi eccesso; Hb = emoglobina; INR = International Normalized Ratio

Tabella 3- Caratteristiche dei due gruppi di pazienti all'arrivo in pronto soccorso

Confrontando i due gruppi sono emerse differenze significative anche nelle caratteristiche cliniche all'arrivo in pronto soccorso. In particolare, il GCS e la pressione arteriosa sistolica sono risultati significativamente inferiori nel *Gruppo A* rispetto al *Gruppo B*, 13 [3-15] punti vs 15 [15-15] punti, $p < 0,01$, e $118,2 \pm 28$ mmHg vs $138,5 \pm 19,2$ mmHg, $p < 0,01$, rispettivamente. Per quello che riguarda gli score clinici, i valori di ISS e NISS sono risultati significativamente maggiori nel *Gruppo A* rispetto al *Gruppo B*, *Figure 29 e 30*.

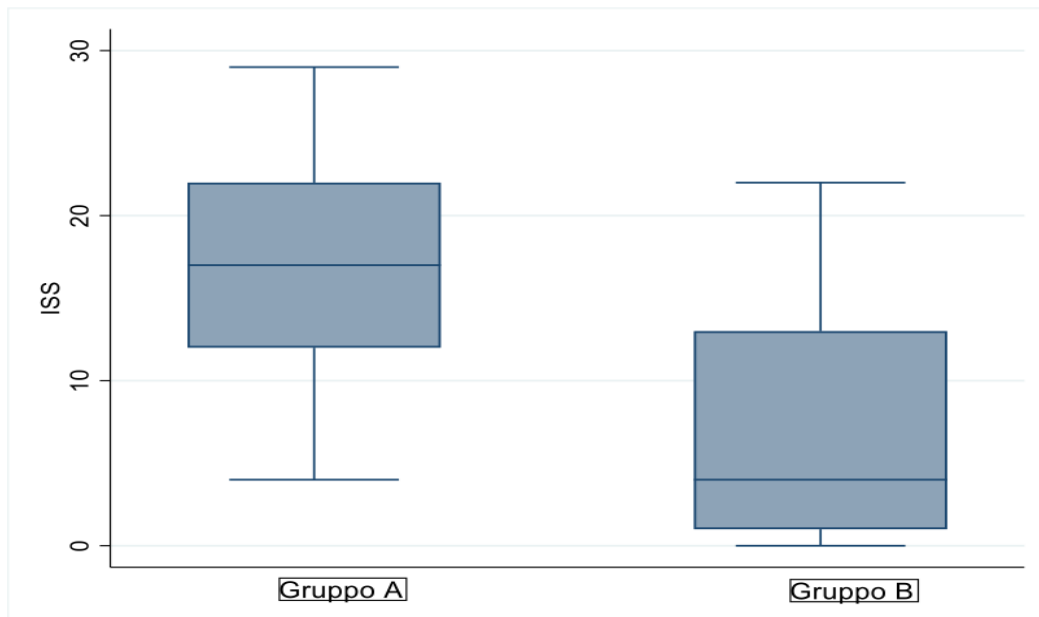


Figura 29- Valori di ISS Score nei due gruppi di pazienti

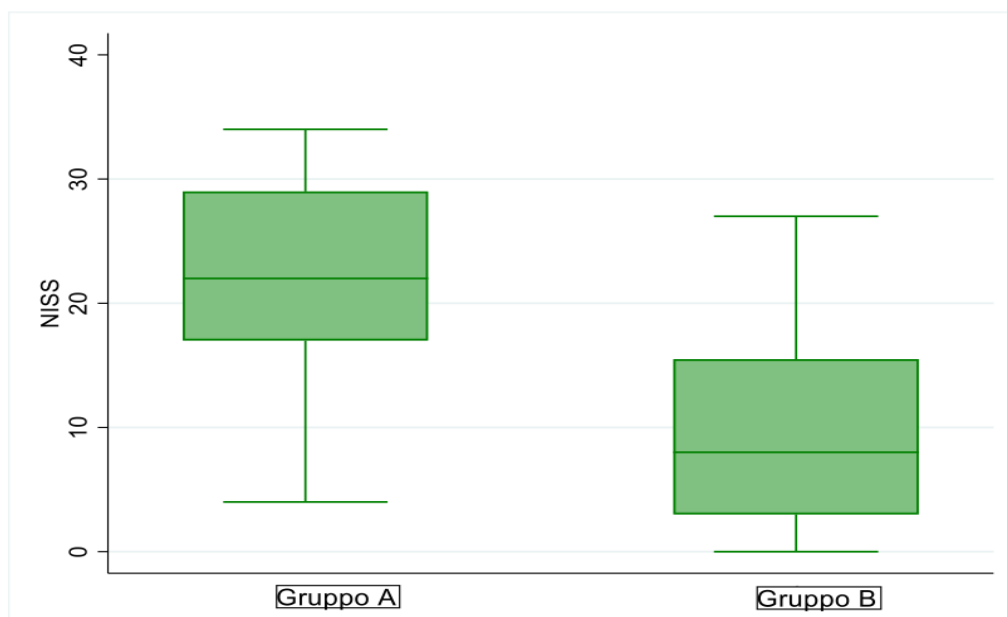


Figura 30- Valori di NISS Score nei due gruppi di pazienti

Sono state, altresì, riscontrate differenze significative tra i due gruppi sia in alcuni parametri emogasanalitici sia nei parametri di laboratorio.

Per quello che riguarda le unità di emazie trasfuse nelle prime 24 h, è emersa una differenza significativa tra i due gruppi di pazienti, con un valore mediano di 0 [0-4] unità nel Gruppo A e di 0 [0-0] nel Gruppo B, $p < 0,01$.

Alla stessa maniera, per quello che riguarda le unità di plasma trasfuse nelle prime 24 h: 0 [0-4] unità nel Gruppo A vs 0 [0-0] unità nel Gruppo B, $p < 0,01$.

Per quello che riguarda i reparti di destinazione, i giorni complessivi di ricovero ospedalieri e l'esito alla dimissione, presentato con la *Glasgow Outcome Scale*, i dati sono riportati in Tabella 4.

	Gruppo A (n = 17)	Gruppo B (n = 46)	p-value*
Livello massimo di cure, n (%)			
<i>Pronto soccorso</i>	0 (0)	24 (52,2)	< 0.01
<i>Reparto Sub-Intensivo</i>	2 (11,8)	9 (19,6)	
<i>Sala Operatoria</i>	2 (11,8)	9 (29,6)	
<i>Terapia Intensiva</i>	12 (76,5)	1 (2,2)	
<i>Reparto Ordinario</i>	0 (0)	3 (6,5)	
Degenza in terapia intensiva, giorni	14,8 ± 9,8		
Degenza ospedaliera, giorni	13 [9,5-26]	7,5 [4-14]	< 0.01
GOS, n (%)			
<i>Buona ripresa</i>	7 (41,2)	43 (93,5)	< 0.01
<i>Invalidità parziale</i>	1 (5,9)	3 (6,5)	
<i>Invalidità importante</i>	5 (29,4)	0 (0)	
<i>Stato di incoscienza</i>	2 (11,8)	0 (0)	
<i>Decesso</i>	2 (11,8)	0 (0)	

Dati presentati come frequenze assolute e percentuali, media ± deviazione standard o mediana [range interquartile].

**Mann-Whitney U test e test del Chi-Quadrato*

GOS = Glasgow Outcome Scale

Tabella 4- Reparti di destinazione, giorni complessivi di ricovero ospedalieri e Glasgow Outcome Scale alla dimissione

8. Discussione

Il presente studio di tipo osservazionale retrospettivo è stato condotto con l'obiettivo principale di descrivere il quadro clinico dei pazienti centralizzati mediante elisoccorso, tramite criteri sia clinici sia situazionali di trauma maggiore, nel DEA di II livello della regione Marche.

Dal nostro studio è emerso che la maggioranza dei pazienti sono stati centralizzati tramite elisoccorso per la presenza di un criterio situazionale; fra questi, quello di più frequente riscontro, è stato il criterio *Sierra* (intrusione lamiera abitacolo >30 cm nel lato del paziente o >45 cm nel lato opposto) seguito in ordine decrescente di frequenza dai criteri *Papa*, *Quebec* e *Victor* e infine *Tango*. Nessun paziente, invece, è stato centralizzato per i rimanenti criteri situazionali, nel periodo preso in esame. Della restante minoranza centralizzata tramite criteri clinici quello più frequentemente osservato è stato il criterio *alpha* (GCS<13) seguito dai criteri *Mike*, *Bravo* e *Foxtrat* e infine *Echo* e *India*. Anche in questo caso, come per quelli situazionali, diversi criteri clinici, previsti dal protocollo della regione Marche, non sono stati riscontrati in nessun paziente preso in esame. Si può ipotizzare che questo dato possa essere ascrivibile alla minor frequenza di alcune tipologie di trauma (come, ad esempio, ustioni o maciullamento) rispetto a quello automobilistico. Quest'ultimo, difatti, rappresenta la principale causa di trauma maggiore.

In questi pazienti, indipendentemente dal gruppo di centralizzazione di appartenenza, si può notare come all'aumentare del valore di ISS vi sia una contestuale diminuzione di RTS. Ciò è in linea con quanto ci si potesse aspettare poiché, nonostante il primo si basi sull'entità delle lesioni anatomiche mentre il secondo su parametri clinici, entrambi sono score ideati per descrivere la gravità di un trauma. È di fondamentale importanza considerare anche come il secondo sia già immediatamente calcolabile con i parametri ottenibili sulla scena mentre il primo necessita di informazioni aggiuntive ottenibili solo in un contesto ospedaliero. In aggiunta va ricordato anche che l'ISS risulta essere il Gold Standard nella definizione della gravità di un trauma. Alla luce di questo, il riscontro di una correlazione inversa fra ISS e l'RTS, fa dell'RTS uno score potenzialmente utile nella fase di triage, in considerazione anche della sua rapidità e semplicità di calcolo. Una correlazione significativa non si riscontra, invece, tra i valori di ISS e i valori di SI, probabilmente per la natura emodinamica di quest'ultimo: infatti, la compromissione di tale sistema non risulta essere condizione necessaria e sufficiente per definire la gravità clinica e prognostica di un trauma.

Se consideriamo invece distintamente i due sottogruppi, ovvero quelli con codice di rientro 3R (gruppo A) e quelli con codice 2R (gruppo B), si notano delle differenze sia sulla scena dell'evento sia all'arrivo in pronto soccorso sia nella prognosi a lungo termine.

Innanzitutto, nel gruppo 2R il numero di pazienti che non rispetta la definizione di trauma maggiore, inteso come un valore di ISS>15, è preponderante rispetto a quelli che invece ricadono in tale definizione contribuendo in maniera maggiore al tasso di over-triage. Nell'ambito dei criteri situazionali vediamo come per tutti il tasso di over triage si attesti su di un valore maggiore del 70% (con il massimo riscontrato per il criterio *Victor* dove il valore è del 100%), fatta eccezione per il criterio *Tango*.

Le differenze emergono anche nei principali parametri/score ottenibili sul luogo dell'evento. Questo dato non sorprende considerando la diversa natura dei criteri: i clinici hanno in sé l'oggettivo riscontro di una criticità clinica mentre i situazionali si fondano sulla probabilità che il meccanismo del trauma abbia potuto, o possa produrre, lesioni tali da richiedere cure di alto livello. Inoltre, secondo i protocolli regionali, nel caso di concomitanza di criterio clinico e situazionale prevale quello clinico: motivo per cui ci si aspetta di trovare una maggiore gravità, almeno sulla scena dell'evento, per il gruppo A rispetto al gruppo B.

Nello specifico, nel gruppo A vediamo, rispetto al gruppo B, valori medi di pressione arteriosa sistolica (PAS) e di saturazione periferica di ossigeno (SpO₂) significativamente inferiori; la frequenza respiratoria (FR) risulta più elevata rispetto al gruppo B pur rimanendo nel range di normalità. Si riscontrano, inoltre, valori inferiori di Glasgow Coma Scale (GCS) e di Shock Index nel gruppo A rispetto a quelli calcolati nel gruppo B. Va segnalato come la frequenza cardiaca (FC) non presenti differenze statisticamente significative tra i due gruppi in esame nonostante siano state invece evidenziate per PAS e SI.

Coerentemente con la maggiore gravità clinica dei pazienti del gruppo A, in particolare con il valore di SI maggiore e i valori di PAS diminuiti, è stata osservata una preponderanza delle procedure di attivazione sangue nel gruppo A. Questo dato ha trovato poi conferma in un ricorso significativamente superiore di trasfusioni di emazie e di plasma nel predetto gruppo.

Tutto ciò dimostra il protrarsi di una severità maggiore del quadro clinico nel gruppo A anche nelle fasi successive al trauma. All'arrivo in pronto soccorso, continuano ad evidenziarsi differenze statisticamente significative per alcune variabili precedentemente citate, come la PAS e il GCS, e se ne aggiungono di nuove. Fra queste abbiamo elementi laboratoristici: il pH sebbene si mantenga nel range di normalità risulta essere significativamente più basso, inferiore risulta il *base excess* e infine anche il valore di emoglobina

che potrebbe giustificare il maggior ricorso a emotrasfusioni durante la degenza nel gruppo A. Per confermare la severità clinica maggiore del gruppo A rispetto al gruppo B vi sono inoltre i valori di ISS e NISS che risultano notevolmente più elevati. Va segnalato, al contrario, che la pressione parziale arteriosa di ossigeno (PaO₂) risulta significativamente maggiore nel gruppo A con una tendenza all'iperossimemia, dato che non può essere ulteriormente giustificato non avendo a disposizione informazioni su eventuali supporti ventilatori impiegati e valori di FiO₂. Altro elemento da notare è l'assenza di differenze significative in termini di SpO₂ e di FR, riscontrate invece sulla scena fra i due gruppi: anche in questo caso, l'assenza di informazioni sugli interventi intrapresi non ci permette di approfondire oltre. Tutto ciò permette di giustificare anche il fatto che il tempo medio di degenza che sia sensibilmente maggiore nel gruppo A rispetto al gruppo B, nonché il massimo livello di cure di cui hanno necessitato i diversi pazienti nei due gruppi. La maggioranza degli appartenenti al gruppo B, infatti, ha transitato per il pronto soccorso in attesa del completamento dell'iter diagnostico terapeutico senza ulteriori interventi, della restante parte solamente un numero ridotto ha necessitato di cure di tipo intensivo o sub-intensivo. Lo scenario risulta completamente differente se si considera il gruppo A dove nessun paziente ha terminato il proprio percorso di cura in pronto soccorso o con un ricovero in reparto ordinario, ma la quasi totalità ha avuto una degenza nel reparto di terapia intensiva. Anche l'outcome dopo la dimissione, valutato tramite il Glasgow Outcome Scale (GOS), mostra come la gravità clinica precedentemente descritta si rifletta poi sul lungo termine. Se, infatti, nessun paziente appartenente al gruppo B è andato incontro a invalidità importanti, coma o morte, lo stesso non si può dire per il gruppo A dove poco meno della metà ha avuto una buona ripresa mentre la restante parte è andata incontro a esiti più o meno invalidanti, tra cui anche coma o morte.

I dati raccolti sotto un profilo epidemiologico si allineano con la letteratura per quanto concerne la prevalenza del fenomeno trauma nella popolazione di sesso maschile mentre risulta discostarsi leggermente l'età mediana dei soggetti. Se difatti solitamente si individuano le prime tre o quattro decadi come quelle maggiormente colpite⁹⁶, dal nostro campione emerge come l'età mediana si identifica con 52 anni. Tale valore è lievemente superiore, probabilmente in ragione delle caratteristiche demografiche della regione Marche dove si attesta un'età media maggiore rispetto a quella nazionale. Si conferma, inoltre, come l'incidente automobilistico rappresenti la causa di maggior rilievo del fenomeno trauma, in accordo non solo con studi che si riferiscono alla popolazione europea ma anche extraeuropea⁸.

Analizzando invece gli aspetti prettamente clinici emerge sicuramente una maggiore gravità nei pazienti del gruppo A e una stabilità clinica nei pazienti del gruppo B e, come precedentemente detto, ciò è in linea con la natura stessa del criterio situazionale che va a individuare in termini probabilistici una situazione caratterizzata da una dinamica che potrebbe aver prodotto lesioni potenzialmente evolutive in un secondo momento. Questo aspetto è concorde con le indicazioni fornite da altri sistemi integrati di gestione del trauma che prevedono criteri situazionali, come il TRENAU o il sistema statunitense. Tuttavia, va segnalato come ad esempio secondo i criteri Vittel, a cui fa riferimento il TRENAU, contrariamente a quanto avviene nella regione Marche, i pazienti clinicamente stabili, che presentano solamente una dinamica di trauma maggiore, rientrano nella classe C per la quale non è obbligatoriamente prevista la centralizzazione nel presidio a più elevata specializzazione. La medesima possibilità di scelta da parte del team di soccorso è prevista anche nel protocollo di gestione statunitense. Importante da notare, invece, come tutti i pazienti del gruppo A sarebbero stati centralizzati per trauma maggiore clinico anche negli altri sistemi appena citati indipendentemente dal presidio di destinazione. Se infatti c'è concordanza con il modello statunitense che prevede la centralizzazione nell'ospedale a più alta specializzazione, lo stesso non si può affermare per il TRENAU. In quest'ultimo sistema, se i pazienti risultano instabili nonostante le manovre pre-ospedaliere vanno indirizzati ai centri principali mentre se c'è una stabilizzazione in risposta a tali manovre si può decidere anche per centri a minor specializzazione⁶⁵. Un confronto in tal senso non si è potuto effettuare per la mancanza di informazioni circa le manovre intraprese sul luogo e l'eventuale risposta ad esse. La stessa concordanza non si riscontra per tutti i pazienti con criteri situazionali poiché, ad esempio, nel modello TRENAU il criterio *Victor*, che nel nostro studio ha mostrato un tasso di over-triage pari al 100%, non risulta previsto. La criticità di questo criterio è legata alla valutazione dello stesso: i soccorritori giungono sulla scena dell'evento e, fatta eccezione per l'eventuale presenza di testimoni oculari, non posseggono le informazioni necessarie per comprendere se la distanza fra veicolo e passeggero sia ascrivibile allo sbalzo diretto del paziente in seguito al trauma: fattori confondenti potrebbero essere il movimento isolato del motoveicolo in seguito all'urto in assenza del conducente/passeggero o il movimento autonomo del paziente in seguito all'incidente.

Rimanendo nell'ambito del tasso di over-triage è da notare come questo risulti globalmente maggiore rispetto a quanto fissato dalla ACS-COT, ovvero <35% circa⁹⁷, ma anche rispetto ad altri range di valori più ampi individuabili in letteratura come quelli riportati da *Bouzat et al*, 30-50% nello specifico⁶⁵.

Naturalmente questo si traduce in un impatto importante da un punto di vista sia economico che di impiego “inadeguato” di risorse sanitarie come ha dimostrato *Newgard* e il suo gruppo⁹⁸. Questa caratteristica non è evidenziabile invece se si analizzano separatamente le due categorie di criteri adottati per la centralizzazione, in quanto quelli clinici mostrano un tasso di over-triage in linea con le indicazioni, motivo per cui non è stato approfondito il tasso di over-triage di ogni singolo criterio. Non è emerso dal nostro studio, invece, alcun criterio situazionale che presenti un tasso di over-triage accettabile per la letteratura. Ciò, oltre che alle caratteristiche stesse del criterio, è da attribuire anche alla necessità di una valutazione soggettiva di parametri oggettivi in un setting quale quello emergenziale, ricco di elementi confondenti. Difatti la valutazione di parametri ben codificati, quali ad esempio caduta da un'altezza maggiore di 5 m o intrusione delle lamiere nell'abitacolo per più di 30 cm, avviene in maniera soggettiva operatore-dipendente e questo non esclude la possibilità che diversi pazienti centralizzati con criterio situazionale in realtà, in seguito a un'oggettiva valutazione, non sarebbero rientrati in tale categoria. Inoltre, le eventuali modifiche dinamiche della scena che intercorrono tra il momento dell'incidente e l'arrivo dei soccorsi possono portare ad un'errata interpretazione da parte degli operatori sanitari.

L'aspetto laboratoristico conferma la maggiore severità del gruppo A evidenziando inoltre un possibile quadro di coagulopatia, complicanza classicamente descritta in letteratura. L'aumento dell'INR (International Normalized Ratio), seppur lieve, è risultato statisticamente significativo avvalorando questa ipotesi. Va tuttavia precisato come, secondo recenti studi come quello pubblicato da *Moore et al.* nel 2021, i classici esami laboratoristici sono meno indicati nell'individuare eventuali alterazioni coagulative, soprattutto in fase precoce, per cui risulterebbero più indicate indagini tromboelastografiche (ROTEM)⁹⁹ da noi non effettuate.

Per quanto concerne i vari score considerati non ci sono discordanze con i dati già presenti nella letteratura. Da notare come lo SI sia sensibilmente maggiore nel gruppo A, con valore medio al di sopra di quello che è riportato come cut-off di valore normale (0.5-0.7). I valori aumentati di SI nella letteratura correlano con un maggiore ricorso a emotrasfusioni, un valore maggiore di ISS e una prognosi peggiore. Nel nostro studio si può evidenziare come nel gruppo con valore medio di SI maggiore rispetto al valore di normalità ci sia un ricorso preponderante a emotrasfusioni nonché un outcome peggiore in termini di GOS, sebbene sia opportuno sottolineare come ciò non sia supportato da un'analisi statistica di correlazione fra le variabili GOS e SI. Tale tipologia di analisi è stata condotta invece fra SI e ISS non mostrando correlazione

statisticamente significativa in disaccordo con quanto riportato nell'attuale letteratura esistente³⁶. Anche per lo SI, così come per l'RTS, è stata messa in evidenza da studi precedenti la loro correlazione con la mortalità, elemento che non viene valutato nel nostro studio.

Sono, invece, concordi con la letteratura i risultati ottenuti per quanto riguarda ISS e NISS che hanno valori maggiori nel gruppo A, indicandone la gravità clinicamente maggiore. Questo gruppo è quello che presenta anche una prognosi nettamente sfavorevole rispetto al gruppo B. Tale prognosi nel nostro studio è valutata in termini di GOS, di maggiori livelli di cure necessarie e di durata media della degenza. Tutti questi sono aspetti attribuiti anche da precedenti studi all'ISS score, cosa che ne ha ampliato l'utilizzo, inizialmente limitato alla definizione stessa di trauma maggiore. Naturalmente il medesimo discorso può essere fatto in termini contrari per il gruppo B che, gravato dall'alto tasso di over-triage, presenta valori nettamente minori rispetto al gruppo A e contestualmente presenta un GOS sensibilmente migliore, un livello di cure minore e una durata media di degenza inferiore^{55,100}. È opportuno comunque ricordare riguardo ISS e NISS la presenza riportata da *Maduz et al.* di una variabilità di calcolo interoperatore che non deve essere trascurata nell'interpretare i precedenti risultati¹⁰¹.

I limiti principali che contraddistinguono il nostro studio sono diversi. Innanzitutto, uno dei più importanti è insito nella natura stessa dello studio, essendo esso di tipo retrospettivo osservazionale. Ciò implica che diversi dati, non riportati ad esempio nella scheda di soccorso, non siano disponibili. Per tale ragione alcuni pazienti, seppure centralizzati tramite elisoccorso sono stati esclusi dallo studio perché mancanti delle caratteristiche necessarie per il calcolo degli score traumatologici. Inoltre, non per tutti si hanno informazioni sulle eventuali terapie/interventi messi in atto sul luogo dell'evento, o durante il trasporto, che potrebbero spiegarci differenze o modifiche di alcuni parametri piuttosto che di altri. La mancata reperibilità di questi dati, come ad esempio il valore della frazione inspirata di ossigeno (FiO₂) o la somministrazione di fluidi o ammine o ancora l'impiego di supporto ventilatorio, non ci permette di approfondire su determinati aspetti. Altra problematica è il ristretto arco temporale considerato, di soli tre mesi, e la conseguente ristretta dimensione del campione analizzato. Uno studio con un periodo di osservazione più lungo e di natura prospettica, piuttosto che retrospettiva, che permetta di registrare e analizzare un numero maggiore di variabili in un campione più ampio può senz'altro aiutare nell'approfondire la conoscenza del fenomeno in studio. Sempre riguardo al campione in esame è necessario considerare che è costituito solamente da coloro i quali sono stati centralizzati mediante

elisoccorso escludendo automaticamente tutta quella fetta di pazienti che ha raggiunto, sempre a causa di un trauma maggiore o clinico o situazionale, il DEA di II livello mediante ambulanza via terra. Una disamina anche di questo gruppo di pazienti potrebbe permettere un inquadramento migliore dell'effettivo tasso di over-triage dei criteri situazionali che, come visto precedentemente, risulta essere sensibilmente maggiore rispetto a quanto riportato in letteratura. La popolazione presa in esame non ci permette inoltre di avere informazioni su un parametro essenziale per valutare la bontà dei criteri di centralizzazione in un trauma system, ovvero sul tasso di under-triage, poiché non sono contemplati i pazienti afferiti alle strutture di rete o che abbiano ricevuto una centralizzazione secondaria.

9. Conclusione

Lo studio condotto ha confermato alcune osservazioni provenienti dalla nostra esperienza clinica e già in parte presenti nella letteratura attuale.

In particolar modo si è osservata la maggiore gravità clinica dei pazienti centralizzata tramite criteri clinici e il loro accettabile tasso di over-triage sebbene la mancanza di numerose variabili abbia inficiato possibili ulteriori approfondimenti.

Lo stesso non può dirsi per i criteri situazionali. I pazienti, infatti, mediamente non hanno presentato un quadro clinicamente grave né sulla scena né successivamente portando alla centralizzazione numerosi soggetti neanche rientranti nella definizione di trauma maggiore per il valore di ISS. Questo elevato tasso di over-triage è la principale problematica dei criteri situazionali poiché va a gravare sull'impiego di risorse nonché su tutto il modello di gestione del trauma. In termini puramente comparativi inoltre questo massivo over-triage non ci permette di eseguire comparazioni in termini di gravità clinica fra gruppi omogenei ovvero pazienti affetti da trauma maggiore secondo la definizione di ISS >15 centralizzati o per criteri clinici o per criteri situazionali.

Si è visto come tale problematica sia comune ed evidenziabile anche negli altri sistemi di gestione e centralizzazione tuttavia alcuni modelli, come il TRENAU, sembrano ottimizzare tali criteri.

In considerazione di ciò è possibile affermare che nell'ottica di miglioramento ed aggiornamento del trauma system una revisione sistematica dei criteri situazionali, e nello specifico di quelli maggiormente soggetti ad eventi di over-triage, possa essere necessaria. Altresì sarebbe ipotizzabile un eventuale allineamento dell'intero modello di gestione a quello francese considerando ad esempio gradi differenti di criteri a cui corrispondono nosocomi differenti di centralizzazione, seppur sempre nel contesto di trauma maggiore clinico o situazionale. Naturalmente un'eventuale revisione dei modelli di PDTA regionali ed aziendali sarebbe da effettuarsi sulla scorta di ulteriori studi diversamente strutturati partendo dalle considerazioni e dalle conclusioni che si possono evincere dal presente lavoro.

Bibliografia

1. Agenzia di Sanità Pubblica Regione Lazio. Linee Guida per la codifica dei traumi per gravità. Published online 2002.
2. Istituto Superiore Sanità. Linea Guida Trauma Maggiore. Published online 2019:1-7.
<https://www.tarn.ac.uk>
3. Berkeveld E, Popal Z, Schober P, Zuidema WP, Bloemers FW, Giannakopoulos GF. Prehospital time and mortality in polytrauma patients: a retrospective analysis. *BMC Emerg Med.* 2021;21(1).
doi:10.1186/S12873-021-00476-6
4. Connolly R, Woo MY, Lampron J, Perry JJ. Factors associated with delay in trauma team activation and impact on patient outcomes. *CJEM.* 2018;20(4):606-613.
doi:10.1017/CEM.2017.389
5. *Resources for Optimal Care of the Injured Patient.* Vol 7.; 2000. doi:10.1097/00043860-200007000-00002
6. DM 70/2015. Published online 2016:1-23.
7. Soni KD, Mahindrakar S, Gupta A, Kumar S, Sagar S, Jhakar A. Comparison of ISS, NISS, and RTS score as predictor of mortality in pediatric fall. *Burn trauma.* 2017;5(1).
doi:10.1186/S41038-017-0087-7
8. Solagberu BA, Adekanye AO, Ofoegbu CPK, Udoffa US, Abdur-Rahman LO, Taiwo JO. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. *J Trauma.* 1995;38(2):177-181.
doi:10.1097/00005373-199502000-00006
9. Agency for Healthcare Research and Quality. 2014 National Healthcare Quality and Disparities Report. *AHQR Pub No 15-0007.* Published online 2015.
10. Young TK, Hassler S. Injuries and violence. In: *Health Transitions in Arctic Populations.* ; 2008:334-357. Accessed April 2, 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/injuries-and-violence>
11. Gwinnutt CL, Driscoll P. *Advanced Trauma Life Support.* Vol 48.; 1993. doi:10.1111/j.1365-2044.1993.tb07026.x

12. Iaccarino C, Carretta A, Nicolosi F, Morselli C. Epidemiology of severe traumatic brain injury. *J Neurosurg Sci.* 2018;62(5):535-541. doi:10.23736/S0390-5616.18.04532-0
13. Corso P, Finkelstein E, Miller T, Fiebelkorn I, Zaloshnja E. Incidence and lifetime costs of injuries in the United States. *Inj Prev.* 2006;12(4):212-218. doi:10.1136/IP.2005.010983
14. Peterson C, Miller GF, Barnett SBL, Florence C. Economic Cost of Injury - United States, 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2021;70(48):1655-1659. doi:10.15585/MMWR.MM7048A1
15. Chiara O, Pitidis A, Lispi L, et al. Epidemiology of Fatal Trauma in Italy in 2002 Using Population-Based Registries. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010;36(2):157-163. doi:10.1007/S00068-009-9066-4
16. Breve N, Normativa E. Regione marche i. Published online 2003.
17. ISTAT. Incidenti stradali nelle marche. 2011;(Figura 1):1-21.
18. Gondek S, Schroeder ME, Sarani B. Assessment and Resuscitation in Trauma Management. doi:10.1016/j.suc.2017.06.001
19. Marsden NJ, Tuma F. Polytraumatized Patient. *Natl Libr Med.* Published online 2023:2-15. Accessed April 6, 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119313/>
20. Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, Lewis FR, Trunkey DD. Epidemiology of trauma deaths. *Am J Surg.* 1980;140(1):144-150. doi:10.1016/0002-9610(80)90431-6
21. Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, Rotondo MF. Damage control: collective review. *J Trauma.* 2000;49(5):969-978. doi:10.1097/00005373-200011000-00033
22. Petrone P, Anduaga Peña MF, Servide Staffolani MJ, Brathwaite C, Axelrad A, Ceballos Esparragón J. Evolution of the treatment of splenic injuries: from surgery to non-operative management. *Cir Esp.* 2017;95(8):420-427. doi:10.1016/J.CIRESP.2017.07.007
23. Rauf R, von Matthey F, Croenlein M, et al. Changes in the temporal distribution of in-hospital mortality in severely injured patients—An analysis of the TraumaRegister DGU. *PLoS One.* 2019;14(2). doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0212095
24. Orhon R, Eren ŞH, Karadayi Ş, et al. Comparison of trauma scores for predicting mortality and morbidity on trauma patients. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2014;20(4):258-264. doi:10.5505/TJTES.2014.22725

25. Loftis KL, Price J, Gillich PJ. Evolution of the Abbreviated Injury Scale: 1990-2015. *Traffic Inj Prev.* 2018;19(sup2):S109-S113. doi:10.1080/15389588.2018.1512747
26. Evans LL, Jensen AR, Meert KL, et al. All body region injuries are not equal: Differences in pediatric discharge functional status based on Abbreviated Injury Scale (AIS) body regions and severity scores. *J Pediatr Surg.* 2022;57(4):739-746. doi:10.1016/J.JPESUR.2021.09.052
27. Linn S. The injury severity score--importance and uses. *Ann Epidemiol.* 1995;5(6):440-446. doi:10.1016/1047-2797(95)00059-3
28. Dehouche N. The injury severity score: an operations perspective. *BMC Med Res Methodol.* 2022;22(1). doi:10.1186/S12874-022-01528-6
29. Brasel KJ, Deroon-Cassini T, Bradley CT. Injury severity and quality of life: whose perspective is important? *J Trauma.* 2010;68(2):263-267. doi:10.1097/TA.0B013E3181CAA58F
30. Deng Q, Tang B, Xue C, et al. Comparison of the Ability to Predict Mortality between the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(8). doi:10.3390/IJERPH13080825
31. Nogueira LDS, Domingues CDA, Campos MDA, De Sousa RMC. Ten years of new injury severity score (NISS): is it a possible change? *Rev Lat Am Enfermagem.* 2008;16(2):314-319. doi:10.1590/S0104-11692008000200022
32. Chun M, Zhang Y, Becnel C, et al. New Injury Severity Score and Trauma Injury Severity Score are superior in predicting trauma mortality. *J Trauma Acute Care Surg.* 2022;92(3):528-534. doi:10.1097/TA.0000000000003449
33. Lavoie A, Moore L, LeSage N, Liberman M, Sampalis JS. The Injury Severity Score or the New Injury Severity Score for predicting intensive care unit admission and hospital length of stay? *Injury.* 2005;36(4):477-483. doi:10.1016/J.INJURY.2004.09.039
34. Kamikawa Y, Hayashi H. Equivalency between the shock index and subtracting the systolic blood pressure from the heart rate: an observational cohort study. *BMC Emerg Med.* 2020;20(1). doi:10.1186/S12873-020-00383-2
35. Koch E, Lovett S, Nghiem T, Riggs RA, Rech MA. Shock index in the emergency department: utility and limitations. *Open Access Emerg Med.* 2019;11:179-199. doi:10.2147/OAEM.S178358

36. Tourtier JP, Le Moullec D, Jault P, Diraison Y. Shock index and undertriage. *J Trauma*. 2010;69(3):733. doi:10.1097/TA.0B013E3181E8F696
37. Mutschler M, Nienaber U, Münzberg M, et al. The Shock Index revisited - a fast guide to transfusion requirement? A retrospective analysis on 21,853 patients derived from the TraumaRegister DGU. *Crit Care*. 2013;17(4). doi:10.1186/CC12851
38. Mehta R, Chinthapalli K. Glasgow coma scale explained. *BMJ*. 2019;365. doi:10.1136/BMJ.L1296
39. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *Lancet Neurol*. 2014;13(8):844-854. doi:10.1016/S1474-4422(14)70120-6
40. Bodien YG, Barra A, Temkin NR, et al. Diagnosing Level of Consciousness: The Limits of the Glasgow Coma Scale Total Score. *J Neurotrauma*. 2021;38(23):3295-3305. doi:10.1089/NEU.2021.0199
41. Moore L, Lavoie A, Abdous B, et al. Unification of the revised trauma score. *J Trauma*. 2006;61(3):718-722. doi:10.1097/01.TA.0000197906.28846.87
42. Galvagno SM, Massey M, Bouzat P, et al. Correlation Between the Revised Trauma Score and Injury Severity Score: Implications for Prehospital Trauma Triage. *Prehospital Emerg care*. 2019;23(2):263-270. doi:10.1080/10903127.2018.1489019
43. Javali RH, Krishnamoorthy, Patil A, Srinivasarangan M, Suraj, Sriharsha. Comparison of Injury Severity Score, New Injury Severity Score, Revised Trauma Score and Trauma and Injury Severity Score for Mortality Prediction in Elderly Trauma Patients. *Indian J Crit Care Med*. 2019;23(2):73. doi:10.5005/JP-JOURNALS-10071-23120
44. Lichtveld RA, Spijkers ATE, Hoogendoorn JM, Panhuizen IF, van der Werken C. Triage Revised Trauma Score change between first assessment and arrival at the hospital to predict mortality. *Int J Emerg Med*. 2008;1(1):21-26. doi:10.1007/S12245-008-0013-7
45. Jeong JH, Park YJ, Kim DH, et al. The new trauma score (NTS): a modification of the revised trauma score for better trauma mortality prediction. *BMC Surg*. 2017;17(1). doi:10.1186/S12893-017-0272-4

46. Gabbe BJ, Cameron PA, Wolfe R. TRISS: does it get better than this? *Acad Emerg Med*. 2004;11(2):181-186. doi:10.1197/j.aem.2003.08.019
47. Schluter PJ. The Trauma and Injury Severity Score (TRISS) revised. *Injury*. 2011;42(1):90-96. doi:10.1016/J.INJURY.2010.08.040
48. Norris R, Woods R, Harbrecht B, et al. TRISS unexpected survivors: an outdated standard? *J Trauma*. 2002;52(2):229-234. doi:10.1097/00005373-200202000-00005
49. Bouzat P, Legrand R, Gillois P, et al. Prediction of intra-hospital mortality after severe trauma: which pre-hospital score is the most accurate? *Injury*. 2016;47(1):14-18. doi:10.1016/J.INJURY.2015.10.035
50. Domingues C de A, de Sousa RMC, Nogueira L de S, Poggetti RS, Fontes B, Muñoz D. The role of the New Trauma and Injury Severity Score (NTRISS) for survival prediction. *Rev Esc Enferm USP*. 2011;45(6):1353-1358. doi:10.1590/S0080-62342011000600011
51. Fonseca MK, Patino LDG, Da-Cunha CEB, et al. Assessment of trauma scoring systems in patients subjected to exploratory laparotomy. *Rev Col Bras Cir*. 2020;47:1-10. doi:10.1590/0100-6991E-20202529
52. Domingues C de A, Coimbra R, Poggetti RS, Nogueira L de S, de Sousa RMC. New Trauma and Injury Severity Score (TRISS) adjustments for survival prediction. *World J Emerg Surg*. 2018;13(1). doi:10.1186/S13017-018-0171-8
53. Larkin EJ, Jones MK, Young SD, Young JS. Interest of the MGAP score on in-hospital trauma patients: Comparison with TRISS, ISS and NISS scores. *Injury*. 2022;53(9):3059-3064. doi:10.1016/J.INJURY.2022.05.024
54. Hasler RM, Mealing N, Rothen HU, Coslovsky M, Lecky F, Jüni P. Validation and reclassification of MGAP and GAP in hospital settings using data from the Trauma Audit and Research Network. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77(5):757-763. doi:10.1097/TA.0000000000000452
55. Farzan N, Foroghi Ghomi SY, Mohammadi AR. A retrospective study on evaluating GAP, MGAP, RTS and ISS trauma scoring system for the prediction of mortality among multiple trauma patients. *Ann Med Surg*. 2022;76:103536. doi:10.1016/J.AMSU.2022.103536

56. Furnival RA, Schunk JE. ABCs of scoring systems for pediatric trauma. *Pediatr Emerg Care*. 1999;15(3):215-223. doi:10.1097/00006565-199906000-00013
57. Aprahamian C, Cattet RP, Walker AP, Gruchow HW, Seabrook G. Pediatric Trauma Score. Predictor of hospital resource use? *Arch Surg*. 1990;125(9):1128-1131. doi:10.1001/ARCHSURG.1990.01410210054007
58. Khan M, DuBose JJ. Improving trauma care in the ICU: best practices, quality improvement initiatives, and organization. *Surg Clin North Am*. 2012;92(4):893-901. doi:10.1016/J.SUC.2012.04.003
59. Fitzgerald M, Reilly S, Smit DV, et al. The World Health Organization trauma checklist versus Trauma Team Time-out: A perspective. *Emerg Med Australas*. 2019;31(5):882. doi:10.1111/1742-6723.13306
60. Kerby JD, Cusick M V. Prehospital emergency trauma care and management. *Surg Clin North Am*. 2012;92(4):823-841. doi:10.1016/J.SUC.2012.04.009
61. Smith RM, Conn AK. Prehospital care - scoop and run or stay and play? *Injury*. 2009;40 Suppl 4(SUPPL. 4). doi:10.1016/J.INJURY.2009.10.033
62. Deakin CD. Scoop and run versus stay and play: strategies in pre-hospital care. *Anaesthesia, Pain, Intensive Care Emerg Med — APICE*. Published online 2003:1019-1026. doi:10.1007/978-88-470-2215-7_31
63. Thim T, Krarup NHV, Grove EL, Rohde CV, Lofgren B. Initial assessment and treatment with the Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure (ABCDE) approach. *Int J Gen Med*. 2012;5:117. doi:10.2147/IJGM.S28478
64. Lendrum RA, Lockey DJ. Trauma system development. *Anaesthesia*. 2013;68(SUPPL. 1):30-39. doi:10.1111/ANAE.12049
65. Bouzat P, Ageron FX, Brun J, et al. A regional trauma system to optimize the pre-hospital triage of trauma patients. *Crit Care*. 2015;19(1). doi:10.1186/S13054-015-0835-7
66. Bagnato C, Ranzato K, Giarraca A, et al. A prospective study comparing two methods of pre-hospital triage for trauma. *Updates Surg*. 2022;74(5):1739. doi:10.1007/S13304-022-01271-Z
67. Soto JM, Zhang Y, Huang JH, Feng DX. An overview of the American trauma system. *Chinese J*

- Traumatol.* 2018;21(2):77. doi:10.1016/J.CJTEE.2018.01.003
68. Regional Trauma Systems: Optimal Elements, Integration, and Assessment 1 CHAP APT TER 1
Regional Trauma Systems: Optimal Elements, Integration, and Assessment. Published online 2014.
 69. Schreiner W, Castellanos I, Dudek W, Sirbu H. [Organ injuries due to thoracic trauma :
Diagnostics, clinical importance and treatment principles]. *Unfallchirurg.* 2018;121(8):596-604.
doi:10.1007/S00113-018-0525-4
 70. Dennis BM, Bellister SA, Guillaumondegui OD. Thoracic Trauma. *Surg Clin North Am.*
2017;97(5):1047-1064. doi:10.1016/J.SUC.2017.06.009
 71. Zanette GZ, Waltrick RS, Monte MB. Epidemiological profile of thoracic trauma in a reference
hospital of Foz do Rio Itajai. *Rev Col Bras Cir.* 2019;46(2). doi:10.1590/0100-6991E-20192121
 72. L E, DF S, MA G, LD A. Thoracic Trauma. *Cohen's Compr Thorac Anesth.* Published online
January 1, 2023:488-500. doi:10.1016/B978-0-323-71301-6.00033-0
 73. Cartu D, Margaritescu D, Sandulescu S, et al. Nonoperative Treatment of Abdominal Trauma
Involving Liver and Spleen. *Chirurgia (Bucur).* 2021;116(6):689-699.
doi:10.21614/CHIRURGIA.116.6.689
 74. Bouzat P, Valdenaire G, Gauss T, et al. Early management of severe abdominal trauma.
Anaesthesia, Crit care pain Med. 2020;39(2):269-277. doi:10.1016/J.ACCPM.2019.12.001
 75. Isenhour JL, Marx J. Advances in abdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am.*
2007;25(3):713-733. doi:10.1016/J.EMC.2007.06.002
 76. Gupta V, Sodha VS, Kumar N, Gupta V, Pate R, Chandra A. Missed pancreatic injury in patients
undergoing conservative management of blunt abdominal trauma: Causes, sequelae and
management. *Turkish J Surg.* 2021;37(3):286. doi:10.47717/TURKJSURG.2021.5425
 77. Kobayashi LM, Costantini TW, Hamel MG, Dierksheide JE, Coimbra R. Abdominal vascular
trauma. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2016;1(1). doi:10.1136/TSACO-2016-000015
 78. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines.
World J Emerg Surg. 2017;12(1). doi:10.1186/S13017-017-0117-6
 79. Scemama U, Dabadie A, Varoquaux A, et al. Pelvic trauma and vascular emergencies. *Diagn*

- Interv Imaging*. 2015;96(7-8):717-729. doi:10.1016/J.DIII.2015.05.004
80. Tullington JE, Blecker N. Pelvic Trauma. *Emerg Med Trauma Handb*. Published online March 1, 2023;260-272. doi:10.1017/9781108647397.019
 81. Timofeev I, Santarius T, Koliass AG, Hutchinson PJA. Decompressive craniectomy - operative technique and perioperative care. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2012;38:115-136. doi:10.1007/978-3-7091-0676-1_6
 82. Khellaf A, Khan DZ, Helmy A. Recent advances in traumatic brain injury. *J Neurol*. 2019;266(11):2878. doi:10.1007/S00415-019-09541-4
 83. Pavlovic D, Pekic S, Stojanovic M, Popovic V. Traumatic brain injury: neuropathological, neurocognitive and neurobehavioral sequelae. *Pituitary*. 2019;22(3). doi:10.1007/S11102-019-00957-9
 84. Masel BE, DeWitt DS. Traumatic brain injury: a disease process, not an event. *J Neurotrauma*. 2010;27(8):1529-1540. doi:10.1089/NEU.2010.1358
 85. Dixon KJ. Pathophysiology of Traumatic Brain Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2017;28(2):215-225. doi:10.1016/J.PMR.2016.12.001
 86. Chesnut RM, Chesnut RM, Marshall LF, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34(2):216. doi:10.1097/00005373-199302000-00006
 87. Georges A, Das JM. Traumatic Brain Injury. *Emerg Med Serv Clin Pract Syst Overs Third Ed*. 2023;1-2:264-270. doi:10.1002/9781119756279.ch30
 88. Leum Lee A. Advanced Imaging of Traumatic Brain Injury. *Korean J Neurotrauma*. 2020;16(1):3. doi:10.13004/KJNT.2020.16.E12
 89. Galgano M, Toshkezi G, Qiu X, Russell T, Chin L, Zhao LR. Traumatic Brain Injury: Current Treatment Strategies and Future Endeavors. *Cell Transplant*. 2017;26(7):1118. doi:10.1177/0963689717714102
 90. Eckert MJ, Martin MJ. Trauma: Spinal Cord Injury. *Surg Clin North Am*. 2017;97(5):1031-1045. doi:10.1016/J.SUC.2017.06.008
 91. Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, et al. Traumatic spinal cord injury. *Nat Rev Dis Prim*. 2017;3.

- doi:10.1038/NRDP.2017.18
92. Witiw CD, Fehlings MG. Acute Spinal Cord Injury. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28(6):202-210. doi:10.1097/BSD.0000000000000287
 93. Ahuja CS, Nori S, Tetreault L, et al. Traumatic Spinal Cord Injury-Repair and Regeneration. *Neurosurgery.* 2017;80(3S):S22-S90. doi:10.1093/NEUROS/NYW080
 94. Rouanet C, Reges D, Rocha E, Gagliardi V, Silva GS. Traumatic spinal cord injury: current concepts and treatment update. *Arq Neuropsiquiatr.* 2017;75(6):387-393. doi:10.1590/0004-282X20170048
 95. Guest J, Datta N, Jimsheleishvili G, Gater DR. Pathophysiology, Classification and Comorbidities after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Pers Med.* 2022;12(7):12. doi:10.3390/JPM12071126
 96. Alberdi F, García I, Atutxa L, Zabarte M. Epidemiology of severe trauma. *Med intensiva.* 2014;38(9):580-588. doi:10.1016/J.MEDIN.2014.06.012
 97. Peng J, Xiang H. Trauma undertriage and overtriage rates: are we using the wrong formulas? *Am J Emerg Med.* 2016;34(11):2191-2192. doi:10.1016/J.AJEM.2016.08.061
 98. Newgard CD, Staudenmayer K, Hsia RY, et al. The cost of overtriage: more than one-third of low-risk injured patients were taken to major trauma centers. *Health Aff (Millwood).* 2013;32(9):1591-1599. doi:10.1377/HLTHAFF.2012.1142
 99. Moore EE, Moore HB, Kornblith LZ, et al. Trauma-induced coagulopathy. *Nat Rev Dis Prim.* 2021;7(1):30. doi:10.1038/S41572-021-00264-3
 100. Linn S. The injury severity score-Importance and uses. *Ann Epidemiol.* 1995;5(6):440-446. doi:10.1016/1047-2797(95)00059-3
 101. Maduz R, Kugelmeier P, Meili S, Döring R, Meier C, Wahl P. Major influence of interobserver reliability on polytrauma identification with the Injury Severity Score (ISS): Time for a centralised coding in trauma registries? *Injury.* 2017;48(4):885-889. doi:10.1016/J.INJURY.2017.02.015