

Nuove frontiere: Medicina degli Spazi Confinati

Stefano Agostinis, Antonio Morra*, Pierangelo Bozzetto**

Servizio di Emergenza Territoriale ed Elisoccorso "Piemonte 118", Centrale Operativa di Grugliasco, Torino

*Direttore SSD Gestione dell'Emergenza, ASL TO1, PO Martini, Torino, Italia

**DEA Pronto Soccorso/118, SSD Gestione dell'Emergenza, ASL TO1, PO Martini, Torino

SINTESI

La Medicina degli Spazi Confinati è una disciplina innovativa rivolta ad una componente specifica dei soccorsi sanitari. In essa convogliano le caratteristiche comportamentali tipiche dell'intervento in area, peculiari del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e del Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico. Pur non considerando gli eventi naturali che provocano il collasso delle abitazioni, la casistica italiana riporta negli ultimi 50 anni circa 200 crolli strutturali, ai quali vanno imputati più di mille de-

cessi (fonte ISTAT 2006). La disamina della documentazione oggi accessibile ci permette di affermare che il 25% di queste morti sono dovute a soccorsi tardivi o a cure inefficaci sul posto. Infatti la National Fire Protection Association (NFPA) sostiene che il 10% delle vittime intrappolato sotto le macerie può essere salvato con una localizzazione e un recupero precoci, ed è possibile aumentare sensibilmente questa percentuale con la stabilizzazione sanitaria direttamente sul luogo del ritrovamento.

Definizione dello spazio confinato e rischi connessi

Si definisce "ambiente confinato" uno spazio caratterizzato da aperture limitate per entrate e uscite e una ventilazione naturale sfavorevole. Le tipologie più evidenti comprendono ambienti non concepiti per un tipo "stazionamento" continuativo (pozzi, fognie, stive ecc.); tuttavia, anche una stanza può costituire un esempio di ambiente confinato. Le condizioni ambientali oggettive che definiscono il microclima di un ambiente confinato, e che devono essere valutate in quanto in grado di influire sul benessere termico dell'individuo presente, sono temperatura e umidità dell'aria, illuminazione, irraggiamento da superfici calde e ventilazione (fonte: Badii 2005, glossario del Ministero dell'Interno).

La dinamica del crollo di un singolo edificio obbedisce alle leggi fisiche; la movimentazione delle parti in ferro o in muratura è in correlazione con le forze applicate: ad esempio i termini "esplosione" o "implosione" dipendono dalla direzione che assumono i materiali in seguito all'evento. Il fattore comune è rappresentato dalla creazione di aree vi-

tali ove possono trovarsi delle vittime. Le caratteristiche costruttive dell'edificio congiuntamente alla presenza di suppellettili come armadi, sedie, tavoli o letti permette di ipotizzare la formazione di spazi contenenti sacche di ossigeno che garantiscono la sopravvivenza temporanea delle vittime che vi sono intrappolate.

Epidemiologia

I dati raccolti, basati sulla letteratura internazionale, evidenziano il brusco decremento delle percentuali di sopravvivenza trascorsi due giorni dall'evento, ed in tal senso si parla di "Golden Day" identificando la fase temporale dove è necessario fornire la massima risposta medicalizzata possibile. Secondo l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) in assenza di adeguato addestramento il soccorso in luoghi confinati, quali possono essere le aree di sopravvivenza che si determinano in seguito al crollo, si trasforma in un gioco delle probabilità; è pertanto necessario assicurare la protezione degli operatori impiegati nelle operazioni di soccorso in luoghi confinati.

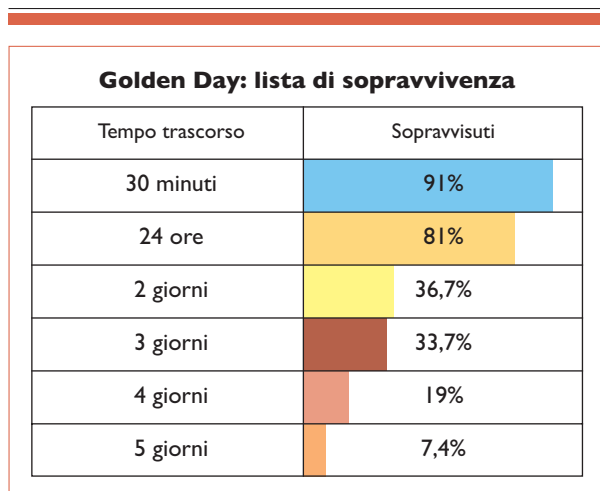


Fig. 1 - Percentuale di sopravvivenza (fonte UKFSSART).

Organismi internazionali

La costituzione dell'International Search and Rescue Advisory Group (INSARAG) ove confluiscono competenze da tutto il mondo per redigere le linee guida oggi maggiormente conosciute, rappresenta un primo tentativo di risposta al problema. Nel 2003 l'Organizzazione delle Nazioni Unite ha invitato i Governi di tutto il mondo a dotarsi di strutture di coordinamento per la risposta a eventi con le caratteristiche sopra citate (Risoluzione n. 150/2003).

L'obiettivo è incrementare le possibilità di sopravvivenza delle vittime intrappolate delineando gli aspetti procedurali e comportamentali che consentano il recupero della vittima incarcerata sotto le macerie, previo compenso e stabilizzazione delle funzioni vitali. Sosteniamo, pur in assenza di un supporto legislativo nazionale, la necessità di introdurre nello spazio confinato personale sanitario specializzato nella medicalizzazione in area ostile secondo requisiti che illustreremo di seguito.

Fattori ambientali negli spazi confinati

Il ferito, ubicato all'interno di uno spazio, creatosi successivamente a un crollo strutturale è connotato da un quadro lesivo multiplo di pertinenza sia traumatica sia internistica; esistono pochi dati in letteratura che ne evidenzino le variazioni fisiologiche e attualmente sono desumibili dai riscontri autoptici effettuati sulle vittime di gravi collassi edilizi. Le problematiche cliniche sono legate sostanzialmente alla

presenza di più fattori spesso coesistenti tra loro. Il primo è dato dall'esigua percentuale di ossigeno: la presenza di acque fognarie, polveri alcaline, GPL (C₃H₈) o metano (CH₄) possono rapidamente elevarne il consumo. Le polveri dipendono dalla composizione delle strutture murarie; esistono infatti diversi tipi di cemento, differenti per la composizione, per le proprietà di resistenza e durezza e quindi per la destinazione d'uso.

Gli aspetti degni di rilievo per quanto attiene gli spazi confinati sono i seguenti: il pH delle polveri diminuisce di poco in seguito al crollo (variazioni di pH da 13 a 10) e la formazione di sostanze tossiche in seguito a fenomeni incendiari. Sono stati documentati casi di edema polmonare (EPA) dovuti all'azione combinata del diossido di zolfo (SO₂) con il particolato, legati alla capacità delle polveri di trasportare la sostanza nelle basse vie aeree. L'inalazione prolungata delle polveri determina un aumento di densità delle secrezioni e un'irritazione a carico delle vie aeree alte e sono particolarmente frequenti i fenomeni di broncospasmo. Impianti di riscaldamento meno recenti producono il diossido e il triossido di zolfo (SO₂ e SO₃ - indicati con il termine generale SO_x). I moderni sistemi di riscaldamento degli edifici ottemperano a requisiti di sicurezza codificati dalle normative europee, e non risultano segnalati casi di intossicazione letale da solo metano. Il metano è infatti un semplice asfissiante, la morte insorgerebbe solo se inalato per un lungo periodo, in condizioni di assenza dell'ossigeno nell'aria. Il secondo e il terzo fattore sono rappresentati rispettivamente dall'inalazione di sostanze tossiche e dalla presenza di incendi; esiste una stretta connessione tra i due problemi per i quadri clinici che ne derivano. Le difficoltà ventilatorie sono dovute all'inalazione di sostanze neurotossiche. Va tuttavia sottolineato che la possibilità di monitorare i gas atmosferici può avvenire in tempo reale grazie a strumenti portatili in grado di rilevare la percentuale di ossigeno, la presenza di sostanze volatili e il limite inferiore di esplosività. Una fuga di gas in un ambiente domestico chiuso (accidentale o deliberatamente provocata) non causa danni immediati e diretti all'uomo, ma può provocare la formazione di una miscela aria/metano che può esplodere con conseguenze gravissime sulle persone e sulle strutture edilizie. Non esistono strutture edilizie civili in grado di sopportare le sollecitazioni indotte da un'esplosione da metano. Questo è il quarto fattore critico dovuto a fattori fisici e meccanici quali aumento rapido di temperature e crolli strutturali.

Finalità dell'ingresso e logistica dei soccorritori

L'ingresso del sanitario nello spazio confinato è subordinato a quattro condizioni:

1. estricazioni prolungate previa stabilizzazione;
2. necessità di manovre eseguibili solo da sanitari;
3. controllo del dolore su manovre cruente di disincarcerazione o legate all'evento medesimo;
4. sicurezza dello scenario in cui si lavora.

Non è ipotizzabile l'utilizzo di apparecchi di respirazione spalleggiabili da parte dei sanitari che intervengono nello spazio confinato, perchè condizionerebbe in modo importante le manovre di valutazione e stabilizzazione del paziente; particolarmente interessante è tuttavia l'utilizzo degli stessi con modalità di somministrazione CPAP.

L'ossigeno ad uso rianimatorio è sconsigliato per il rischio di creare miscele esplosive o infiammabili. La dotazione di farmaci e presidi al seguito deve essere pratica, maneggevole e limitata all'essenziale, poiché l'introduzione di uno zaino può interferire con l'evacuazione di vittima e soccorritore.

Necessità e problematiche

Partendo dal presupposto di condividere la Risoluzione n. 150/2003 delle Nazioni Unite, è necessario predisporre apposite squadre di intervento tecnico-sanitario "integrate" in grado di poter far fronte a questo particolare tipo di intervento. Non essendo un ambito "consueto" di intervento per il sanitario, la formazione deve essere garantita in modo continuativo ed esistono numerose problematiche che ne ostacolano lo sviluppo, come ad esempio il fatto che attualmente non esistono linee guida o di indirizzo che disciplinino chiaramente il settore descritto. La nostra convinzione, supportata dai dati in letteratura, è riferita alla possibilità di aumentare le possibilità di sopravvivenza delle vittime intrappolate con l'introduzione dei sanitari direttamente *in loco*, cioè prima del disincarceramento della vittima.

La Medicina degli Spazi Confinati è la disciplina che tratta gli aspetti clinico-terapeutici delle vittime intrappolate sotto le macerie ed è inscindibile dagli aspetti tecnici legati alla sicurezza dello scenario e agli equipaggiamenti necessari. Sono quindi richieste competenze cliniche e manuali non comuni, il cui livello standard deve essere garantito da un addestramento continuativo.

Il personale addetto

Il primo criterio di selezione del personale è l'appartenenza al Sistema di Emergenza Territoriale 118, poiché è l'Ente istituzionalmente preposto ad affrontare l'emergenza sanitaria. Esistono in Italia competenze specifiche in tal senso: ad esempio il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico annovera tra le sue fila medici e infermieri; si tratta tuttavia di scenari di impiego completamente diversi e solitamente slegati dal SET 118. Attualmente il percorso formativo che, fatte salve le specifiche differenze, più si avvicina ai requisiti richiesti è il modulo HEMS per abilitazione all'intervento sanitario su mezzi ad ala rotante.

Aree di addestramento

Le aree di addestramento rappresentano un punto fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi, esistono tuttavia più soluzioni con vantaggi e svantaggi connessi.

Aree su strutture preesistenti

L'istituzione delle stazioni di addestramento su aree preesistenti è una tra le più economicamente sostenibili: sfrutta la presenza di edifici o abitazioni in disuso, cave o cantieri edili; presuppone la ricognizione del luogo e la messa in sicurezza delle strutture. Gli svantaggi sono legati all'ubicazione e all'accessibilità del luogo da parte dei discenti. Questo tipo di soluzione permette inoltre di effettuare esclusivamente esercitazioni diurne e occasionali poiché l'installazione di impianti di illuminazione e di approvvigionamento idrico aumenterebbero i costi di gestione.

Aree su strutture mobili

Le aree mobili possono essere facilmente spostabili e vengono costruite con l'assemblaggio di compensato, cartone, polistirolo espanso e altro materiale. Questo tipo di struttura è in uso presso il Dipartimento di Emergenza dell'Ospedale di Taiwan, la cui scelta di formare il proprio personale al soccorso in luogo confinato è dovuta all'elevata frequenza, in quelle zone, di crolli strutturali. Con questo metodo è possibile svolgere simulazioni ed esercitazioni in luogo protetto, ad esempio all'interno di un'aula. Gli svantaggi sono legati ad uno scarso effetto realistico, alla difficoltà di trasporto dei materiali ed alla limitazione delle manovre di salvataggio.

Aree su strutture fisse

È la soluzione più completa e più utilizzata in alcuni comandi provinciali dei Vigili del Fuoco italiani; prevede l'uso dei castelli di manovra, camere di addestramento fumi e l'allestimento di campi macerie provvisti di sistemi di illuminazione con possibilità di introdurre ostacoli reali quali acqua, fumo, polveri e di posizionare i detriti secondo la dinamica dei crolli più comuni. Gli svantaggi sono legati all'obbligo di trasferire i discenti presso tali strutture e alla difficoltà attuale di integrare le competenze tecniche e sanitarie secondo le esigenze operative delle componenti.

Modalità operative negli spazi confinati

La Medicina degli Spazi Confinati non rientra pienamente nell'ambito della Medicina delle Catastrofi perché, pur avendo a che fare con un numero potenzialmente alto di vittime, esse non sono immediatamente accessibili e i tempi di estricazione possono essere lunghi. Omettiamo in questa sede le procedure tecniche che regolano l'accesso allo spazio confinato per il personale sanitario, pur ricordando che esse ne vincolano pesantemente l'operato. È doveroso precisare che gli aspetti clinici non sono riferiti esclusivamente alle vittime intrappolate: il personale accederà all'area previo controllo della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca. Soluzioni più avanzate contemplano l'uso di apparecchiature in grado di rilevare i parametri vitali a distanza applicabili alla vittima e al soccorritore: frequenza cardiaca, traccia elettrocardiografica, temperatura e posizione possono essere monitorate procedendo all'evacuazione immediata del personale operante in caso di alterazioni significative.

Limiti operativi nello spazio confinato

È necessario modificare sensibilmente lo schema di lavoro abituale perché lo spazio confinato è per definizione esiguo e può permettere l'ingresso di un unico soccorritore che provvederà autonomamente alla stabilizzazione della vittima. Il primo problema è rappresentato dalla competenza del sanitario deputato all'accesso nello spazio confinato. La pluralità di aspetti clinici con cui dovrà misurarsi presuppone buone capacità operative e gestionali. Le linee guida ATLS per il trattamento del traumatizzato non sono di fatto sufficienti ad af-

frontare uno scenario così variabile. In condizioni ordinarie le procedure di stabilizzazione del ferito critico non prescindono dal lavoro del *team*, per contro nello spazio confinato è necessario che il soccorritore sia addestrato alle manovre senza contare su alcun supporto. La valutazione è prevalentemente clinica, l'introduzione di apparecchiature elettroniche quali monitor e pulsiossimetri è controindicata per i rischi ambientali intrinseci, non potendo garantire, in assoluto, capacità antideflagrante.

La valutazione ispettiva è molto difficoltosa per le scarse condizioni di illuminazione ed è necessario stabilire precocemente un contatto vocale con la vittima perché la capacità di eloquio fornisce un dato importante sulla pervietà delle vie aeree. L'ostruzione delle medesime dovuta a sangue, vomito, retroflessione della lingua può essere risolta con le manovre standard. L'intubazione tracheale deve essere attentamente valutata in relazione ai criteri che ne richiedono la gestione successiva; particolarmente importante è la rilevazione della frequenza ventilatoria che, congiuntamente all'espansione toracica, rappresenta l'unico parametro utilizzabile sotto il profilo respiratorio.

Particolarità cliniche e terapeutiche

La Medicina degli Spazi Confinati richiede un addestramento clinico particolare, in quanto va ad affrontare tematiche quadri patologici non riscontrabili frequentemente nella pratica clinica abituale. La simulazione di questo tipo di quadro clinico ripetuta nel tempo aiuta il soccorritore a orientare la sue scelte clinico-terapeutiche alla reale necessità; infatti, più l'evento è raro e più la simulazione di situazioni ambientali sarà di aiuto.

I quadri clinici riscontrati con maggiore frequenza sono la sindrome da schiacciamento (*crush syndrome*) e le lesioni da esplosione (*blast injury*).

È necessario infine ricordare che non potremo, proprio per le caratteristiche del soccorso, avere a disposizione tutti i farmaci che utilizziamo quotidianamente, ma questi dovranno necessariamente essere limitati nel numero a quelli strettamente indispensabili. In particolare utilizzeremo farmaci con un maggiore effetto analgesico e ipnoinducente con i relativi antidoti. Un particolare richiamo verrà fatto qui di seguito a un farmaco particolare, la ketamina: secondo la nostra esperienza è di indiscutibile maneggevolezza in situazioni di ambiente ostile.

Crush syndrome

Il paziente ritrovato sotto le macerie presenta quadri clinici poco ricorrenti che mettono a dura prova la capacità clinica e operativa del sanitario. La dinamica dell'evento è dirimente: il trauma derivato dal crollo di un immobile in seguito a evento sismico provoca sindromi compartimentali e da schiacciamento. La compressione prolungata degli arti determina una cascata di fenomeni fisiopatologici, in relazione al tempo di permanenza, che richiedono l'intervento sanitario prima della disincarcerazione. Il sostegno delle funzioni vitali, il sostegno del circolo, la diuresi forzata e l'eventuale applicazione di un laccio emostatico agli arti compromessi per impedire il riassorbimento di sostanze acide e tossiche, rappresentano i cardini terapeutici della *crush syndrome*.

Blast Injury

Notevoli differenze si incontrano nella valutazione delle lesioni da scoppio; il collasso strutturale successivo all'esplosione determina lesioni polmonari con potenzialità evolutiva. Gli studi condotti sulla patologia da scoppio o *blast syndrome* hanno mostrato che gli elementi predominanti sono le emorragie e i peduncoli vascolari dovute a lacerazioni causate dall'applicazione rapida di grandi quantità di energia liberata dalla deflagrazione. I riscontri autoptici su vittime di esplosioni in luoghi chiusi hanno evidenziato un'elevata incidenza di emorragie localizzate nei setti alveolari. È indiscutibile il bisogno di liquidi in traumatizzati di questo tipo, pur considerando che infusione masiva o eccessivamente rapida possono favorire l'insorgenza di edemi polmonari. Le difficoltà logistiche nella somministrazione di liquidi endovena all'interno dello spazio confinato sono evidenti. Il controllo del rapporto tra colloidi e cristalloidi da infondere può essere tranquillamente effettuato a estricazione avvenuta.

Sedazione e analgesia: utilizzo della ketamina

La presenza di un traumatizzato da stabilizzare in condizioni estreme è un severo banco di prova, in assenza di un congruo addestramento, degli operatori sanitari. La necessità di provvedere a estricazioni cruente si oppone con una gestione dell'analgesia approssimativa e spesso poco praticata dalle squadre di emergenza territoriale.

TAB. 1

Dosaggio della ketamina e sua flessibilità.

Sedazione/analgesia:	ev	0,5-1 mg/kg
	im/rettale	2,5-5 mg/kg
	os	5-6 mg/kg
Induzione/mant. anestesia	ev	1-2,5 mg/kg
	im/rettale	5-10 mg/kg
	infusione	15/80 µg/kg/min

È possibile potenziarne l'effetto con l'utilizzo di benzodiazepine

Il farmaco più versatile in tal senso è la ketamina, anestetico utilizzabile per via endovenosa e intramuscolare, la cui induzione è molto rapida (15-60" somministrato endovena e 2-3 minuti per via intramuscolare). La ketamina è difficilmente sovra dosabile grazie all'ampio margine terapeutico, per contro, a dosaggi sub anestetici, ha effetti allucinatori risolvibili con la somministrazione di una benzodiazepina ad azione rapida (tipo midazolam).

Le peculiarità più interessanti riguardano il mantenimento dei riflessi protettivi (sono stati segnalati pochissimi casi di polmonite *ab ingestis*), l'aumento della frequenza cardiaca, della perfusione coronarica, dei valori pressori e la riduzione della frazione di eiezione. L'azione sul calibro bronchiale ne giustifica l'utilizzo nell'asmatico e nei quadri clinici respiratori tipici dello spazio confinato. L'utilizzo della ketamina negli ospedali da campo in Cambogia, in Angola e nelle isole Falkland ha inoltre evidenziato la stabilità dell'ossimetria pulsatile nei pazienti sottoposti a tale trattamento. Se l'obiettivo è il mantenimento del respiro spontaneo e l'analgesia che non interessi la sensibilità viscerale la ketamina è il farmaco di scelta nel paziente traumatizzato e ipovolemico. Tra gli effetti indesiderati ricordiamo la scialorrea, e l'incremento pressorio, entrambi prevenibili con una premedicazione atropinica (Tabella 1).

Conclusioni

La Medicina degli Spazi Confinati è una disciplina di competenza dei soccorritori sanitari appartenenti al Sistema 118. Allo stato dell'arte non esistono indicazioni legislative o criteri di indirizzo che ne disciplinino la pratica ma esiste una vasta letteratura che testimonia gli effetti drammatici di una mancata risposta di emergenza su scenari sempre più frequenti nei Paesi industrializzati.

La Medicina degli Spazi Confinati si prefigge lo scopo di aumentare le possibilità di sopravvivenza per le vittime intrappolate in luoghi difficilmente accessibili e scarsamente areati. Esistono problematiche gestionali che travalicano le normali procedure di soccorso ordinario. L'approccio sanitario deve considerare la presenza di un unico soccorritore per la stabilizzazione pur tentando di mantenere le medesime priorità pesantemente influenzate dall'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI), dalla posizione della vittima e dalle condizioni dello scenario ambientale.

È nostra intenzione porre le basi di un corretto approccio alla gestione dei soccorsi in questo ambito particolare di scenario, aprendo nuovi orizzonti formativi che, seppur in modo più generico, all'estero sono da anni chiari e normati. E dopo il sisma in Abruzzo questi concetti assumono ancora più importanza sia dal punto di vista organizzativo che da quello tecnico.

Bibliografia di riferimento

- Armenian HK, Melkonian A, Noji EK, Hovanesian AP. Death and injuries due to the earthquake in Armenia: a cohort approach. *International Journal of Epidemiology*, vol 26, n. 4.
- Bucciarelli R. *Ketamina: un farmaco per l'emergenza preospedaliera?* Documento interno del SUEM 118 Bellunese.
- Charan NB, Myers CG, Lakshminarayan S, Spencer TM. Pulmonary injuries associated with acute sulfur dioxide inhalation. *Am Rev Respir Dis* 1979; 119: 555-560.
- FEMA 2003. National Urban Search and Rescue in Federal Operations level II.
- Jowitz MD, Knight RJ. Anaesthesia during the Falkland campaign: the land battles. *Anaesthesia* 1983; 38: 776-782.
- Manuel de Sauvetage. Deblaiement.* Ouvrage agréé par le Ministère de l'Intérieur. France, 1994.
- Marchesi P, Luchini L, Arcidiacono G, Amadori C, Mazzei A, Bertolini M, Giunta F. Anestesia Totalmente Endovenosa (TIVA) in interventi ORL di media e lunga durata. *Minerva Anestesiologica* 1990; 56: 849-852.
- Penberthy A, Harrison MJ. Ketamine and Propofol for TIVA. *Anaesthesia* 1991; 46: 1085-1086.
- Weiss SM, Lakshminarayan S. Acute inhalation injury. *Clin Chest Med* 1994; 15: 103-116.
- Woodford DM, Coutu RE, Gaensler EA. Obstructive lung disease from acute sulfur dioxide exposure. *Respiration* 1979; 38: 238-245.

ABSTRACT

The Confined Areas Medicine is a new discipline devoted to a specific branch of the components of emergency services. In it convey the characteristics typical of behavioral intervention in hostile area peculiar of the National Fire Corps and the National Speleological and Alpine Corps. While not considering the natural events that cause the collapse of housing the Italian case reported in the last fifty years about two hundred structural collapses that are charged over a thousand deaths (sour-

ce: ISTAT 2006). Analysis of the documents accessible to the public today we can say without fear of denials, that 25% of these deaths are due to relief late or ineffective treatment on the spot. In fact, the NFPA (National Fire Protection Association) claims that 10% of victims trapped under the rubble can be saved with a location and an early recovery, which can significantly increase this percentage with the health care stabilization directly at the place of discovery.