



GIORNALE DI **Medicina Militare**  
PERIODICO DEL MINISTERO DELLA DIFESA



## Giornale di Medicina Militare

Periodico Medico-Scientifico del Ministero della Difesa

### Direttore responsabile

Col. Co.Sa.Me. Spe *Antonio Masetti*

### Presidente Comitato Scientifico

Ten. Gen. *Federico Marmo*

### Comitato Scientifico

Magg. Gen. *Francesco Tontoli*

Brig. Gen. *Giuseppe Vilaro*

Amm. Isp. Capo *Francesco Simonetti*

Gen. Div. *Domenico Ribatti*

Magg. Gen. *CRI Gabriele Lupini*

C.te s.v. C.M. SMOM Col. *Mario Fine*

Isp. Naz. II.VV. *CRI S.lla Mila Peretti Brachetti*

Col. RTL me. *Angelo Giustini*

Dir. Cen. PS *Giovanni Cuomo*

### Referenti Scientifici

Cap. me. *Massimiliano Mascitelli*

Ten. Col. vet. *Mario Marchisio*

C.F. (SAN) *Vincenzo Aglieri*

Col. CSA rn *Claudio De Angelis*

Col. CC (me.) *Antonino Marella*

Ten. Col. me. *CRI Romano Tripodi*

Ten. RTL me. *GdF Angela Cristaldi*

Dir. Med. PS *Rosa Corretti*

### Redazione e Segreteria

*Francesca Amato*

*Mosè Masi*

*Maria Grazia Petetti*

### Collaboratori

Ten. Col. me. *Francesco Boccucci*

Ten. Col. CSA *Roberto Isabella*

La traduzione dei testi è stata curata

dal S.Ten. (Ris.Sel.) Dott.ssa *Carolina Orsini*

### Direzione e Redazione

Via S. Stefano Rotondo, 4 - 00184 Roma

Tel.: 06/47353327 - 06/777039077

Fax: 06/77202850

@ e-mail: [giornale.medmil@smd.difesa.it](mailto:giornale.medmil@smd.difesa.it)

@ e-mail: [giornale.medmil@libero.it](mailto:giornale.medmil@libero.it)

### Amministrazione

STATO MAGGIORE DIFESA

Ufficio Amministrazione

Via XX Settembre, 11 - 00187 Roma

### Stampa

Stilgrafica S.r.l. - Roma

### Autorizzazione del Tribunale di Roma

al n.11687 del Registro della stampa il 27-7-67

Codice ISSN 0017-0364

Finito di stampare in agosto 2013

### Garanzia di riservatezza

I dati personali forniti per l'indirizzario vengono utilizzati esclusivamente per l'invio della pubblicazione e non vengono ceduti a terzi per nessun motivo.

(D. Lgs. 196/2003 - Codice in materia di protezione dei dati personali).

---

Il *Giornale di Medicina Militare* viene inviato a titolo gratuito agli **Ufficiali Medici delle FF.AA.** ed agli **Organismi Centrali dei Servizi Sanitari dei Corpi Armati dello Stato ed assimilati.**

## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

### Italia:

Abbonamenti

€ 36,15

Fasc. singolo (annata in corso)

€ 5,16

Fasc. singolo (annate arretrate)

€ 7,75

### Estero

€ 86,00 - \$ 125,20

### Librerie

Sconto del 10% sull'importo annuo

Italia € 32,54

Estero € 77,40 - \$ 112,80

### Servirsi, per i versamenti,

del c/c postale n. 27990001 intestato a:

Ministero Difesa - Stato Maggiore Difesa - Uff. Amministrazione

Giornale di Medicina Militare

Via XX Settembre, 11 - 00187 Roma.

## CAMBI DI INDIRIZZO

**Gli Ufficiali Medici delle FF.AA., gli Enti presenti nella lista di distribuzione ed i Sigg. Abbonati sono pregati di segnalare tempestivamente eventuali cambiamenti di indirizzo allo scopo di evitare disguidi nella spedizione del Giornale.**

L'IVA sull'abbonamento di questo quadrimestrale è considerata nel prezzo di vendita ed è assolta dall'Editore ai sensi dell'art. 74, primo comma lettera C del DPR 26/10/1972 n. 633.

L'importo non è detraibile e pertanto non verrà rilasciata fattura.



## Editoriale

L'affresco di Enea curato da Iapi (I secolo d.C. - Pompei - Casa di Sirico), custodito presso il Museo Archeologico Nazionale di Napoli, è una delle più antiche immagini riprodotte di un medico "italico" che cura un soldato.

L'episodio, a cui l'affresco si riferisce, è descritto da Virgilio nell'Eneide ed è relativo al ferimento di Enea, colpito ad una coscia da una freccia scagliata da mano ignota nella battaglia contro Turno, re dei Rutuli; il medico Iapi Iaside, con artifici e tecniche varie, tenta di estrarre dalla ferita la punta del dardo; la manovra, che si presenta umanamente impossibile, alla fine riesce per un intervento soprannaturale.

In questo episodio sono ravvisabili alcuni valori ed aspetti assolutamente attuali che caratterizzano l'attività del medico e, in particolare, del medico militare.

Iapi opera in maniera silenziosa e senza la vanità della gloria ("... senza lingua e senza lode<sup>1</sup>..."), avendo rinunciato a ben altre "arti" che il dio Apollo gli avrebbe concesso ("... la cetra e l'arco e l'vaticinio, e qual de l'arti sue più l'aggradasse<sup>1</sup>...").

Altrettanto interessante è la circostanza che, malgrado l'impegno e le "... diverse prouve di man, di ferri, di liquori e d'erbe<sup>1</sup> ..." poste in essere dal medico, la guarigione di Enea avviene, di fatto, per l'intervento della dea Venere, raffigurata in alto a sinistra, che "... fin di Creta addusse di dittamo un cespuglio<sup>1</sup>...". Ciò a significare quanto, peraltro, è ampiamente noto ad ogni esercente l'arte medica, che è solo la "vis sanatrix" della natura (o l'intervento di forze sovrumane) che guarisce (cfr. Sant'Agostino "... omnis salus ex Deo ..."). In termini più tecnici, questo equivale a ribadire l'assunto secondo il quale il medico può offrire un'obbligazione di mezzi più che di risultato.

Inoltre, è possibile che l'anonimo pittore abbia voluto raffigurare Iapi in posizione genuflessa sia in funzione dell'atto chirurgico che egli si accinge a compiere, sia per esprimere lo spirito di servizio e di rispetto del medico nei confronti del malato.

In ultimo, nell'affresco e nel testo risalta che Enea "... avea di giovani un gran cerchio con figlio intorno<sup>1</sup>...", a ribadire come accanto al malato si determini sempre un coinvolgimento di persone, con affetti e sentimenti che il medico, nel suo agire, non può ignorare.

Tali valori ed aspetti segnano un percorso ininterrotto che unisce idealmente l'agire di Iapi a quello dell'odierno medico militare.



Enea curato da Iapi mediante il forceps  
(affresco del I secolo d. C.)  
Pompei, Casa di Sirico - Museo Archeologico Nazionale.

**Ten. Gen. Federico Marmo**

<sup>1</sup> Eneide, traduzione di Annibal Caro.

The fresco depicting doctor Iapyx who heals Aeneas (House of Siricus, Pompeii, 1st Century A.D.), now housed in the National Archaeological Museum of Naples, is one of the most ancient portrayals of an Italic doctor healing a soldier.

The fresco, which depicts an episode described by Virgil in the Aeneid, shows Aeneas wounded in his thigh by an arrow shot by an unknown hand in the battle against Turnus, king of the Rutuli. Doctor Iapyx tries to extract the arrowhead having recourse to various artifices and techniques; he finally succeeds in this operation, which seems impossible to be performed by a human hand, only thanks to divine intervention.

This episode highlights some still absolutely relevant values and features characterizing the duty of a doctor, especially a military doctor.

Iapyx remains silent, showing no vanity of glory (“... chose [...] without fame, to practice the silent arts<sup>1</sup>...”), having renounced other “arts” that Apollo had offered him (“... his powers of prophecy, his lyre and swift arrows<sup>1</sup>”).

Likewise, it is worth noting that, although the doctor “... tried hard [...] with healing fingers and Apollo's powerful herbs<sup>1</sup> ...”, Aeneas is finally healed through the intervention of Venus, showed on the left side, who “... culled a dittany plant from Cretan Ida<sup>1</sup>...”. This means, as anyone practicing the medical arts is fully aware of, that it is only through the “vis sanatrix naturae” (or the intervention of superhuman powers) that a person can recover (see St. Augustine “... omnis salus ex Deo ...”). In technical terms, this confirms the assumption that a physician has an obligation of means more than an obligation of result.

Moreover, it is possible that the unknown painter portrayed Iapyx kneeling in front of Aeneas both to depict the surgical act that he is about to carry out and to testify a doctor's spirit of service and respect for his patient.

Lastly, both the fresco and Virgil's text highlight that Aeneas “... stood leaning [...] amongst a vast crowd of soldiers, with Iulus sorrowing<sup>1</sup>...”, thus underlying that any sick person places a great emotional burden on everyone involved, a burden that a physician cannot ignore.

All these values and features mark out the ideally uninterrupted path linking together Iapyx and a contemporary military doctor.

**Lt. Gen. Federico Marmo**

---

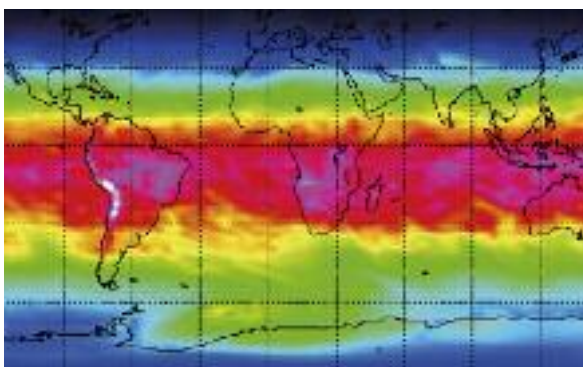
<sup>1</sup> Aeneid, translated by A.S. Kline.



# Sommario

## 137 Editoriale

- 141 Climi caldi, radiazione solare UV e Operazioni Militari. \*  
*Hot environments, solar UV radiations and Military Operations.*  
Frassini J.

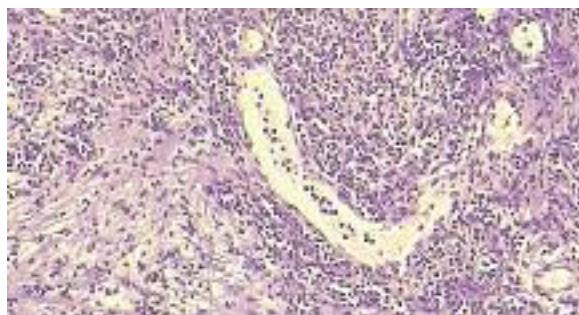


- 165 Lesioni da blast: una review della letteratura partendo da un caso clinico. \*  
*Blast injuries: a literature review from a case report.*  
De Filippis V., Giuditta G.
- 177 Il triage nelle Forward Operations: differenze ed affinità con il modello civile. \*  
*Triage in Forward Operations: differences and similarities between military and civilian approach.*  
Rizzo A., Giattino M.



- 187 Patologia acuta da decompressione, forma midollare: patogenesi, presentazione clinica e trattamento.  
Bevilacqua F., Di Cianni S., Faralli F., Ruffino G.
- 197 Sindrome di Brugada: dalla clinica alla valutazione medico-legale.  
Russo V., Rago A., Giordano V., Papa A.A., Morra S., Calabrò R., Nigro G.

- 205 Mastite plasmacellulare nell'uomo: una revisione della letteratura. \*  
*Plasma cell mastitis in males: a review of the literature.*  
Pasta V., Urciuoli P., D'Orazi V., Sottile D., Merola R., Vergine M., Malavenda M.S., Autori M.M.



## Rubriche

- 213 Un salto nel passato. Spunti dal Giornale di Medicina Militare di cento anni fa: Aneurisma dell'arteria grande anastomotica sinistra, consecutivo a trauma d'antica data.  
Bernucci G.
- 219 Infermieristica

\* Lavori tradotti interamente in inglese. - Articles entirely translate in english.



# Norme per gli Autori

La collaborazione al Giornale di Medicina Militare è libera. Le opinioni espresse dagli Autori, così come eventuali errori di stampa non impegnano la responsabilità del periodico.

Gli elaborati dovranno pervenire su supporto elettronico (floppy disk, cd-rom, oppure come allegato e-mail) con due copie a stampa ed eventuali tabelle e figure, all'indirizzo:

**Redazione del Giornale di Medicina Militare - Via Santo Stefano Rotondo n. 4 - 00184 Roma - Italia - Telefono 06/777039377 - 06/47353327 - Fax 06/77202850;**

**e-mail: [giornale.medmil@smd.difesa.it](mailto:giornale.medmil@smd.difesa.it)  
e-mail: [giornale.medmil@libero.it](mailto:giornale.medmil@libero.it)**

Lo scopo di queste note è facilitare gli Autori nella presentazione del proprio lavoro e di ottimizzare le procedure di invio-revisione-pubblicazione.

L'accettazione è condizionata al parere del Comitato Scientifico, che non è tenuto a motivare la mancata pubblicazione.

Il Comitato Scientifico, ove lo ritenga necessario, potrà richiedere ai competenti organismi delle FF.AA. parere in merito all'opportunità di pubblicare o meno un articolo. Condizione preferenziale per la pubblicazione dei lavori è che almeno uno degli Autori sia un appartenente ai Servizi Sanitari di FF.AA., G.D.F., Polizia di Stato, VV.FF., od in alternativa alla C.R.I., allo S.M.O.M. o alla Protezione Civile.

Il Giornale accetta per la pubblicazione lavori scientifici, comunicazioni scientifiche/casi clinici/note brevi, editoriali (solo su invito) ed ogni altro contributo scientifico rilevante.

Tutti gli Autori sono responsabili del contenuto del testo e che il lavoro non sia stato pubblicato o simultaneamente inviato ad altre riviste per la pubblicazione.

Una volta accettati i lavori divengono di proprietà della Rivista e non possono essere pubblicati in tutto o in parte altrove senza il permesso dell'Editore.

I testi andranno salvati nei formati: DOC (Microsoft Word), RTF (Rich Text Format) o TXT.

I grafici, se generati in Microsoft Excel o simili, inviati completi della tabella dei dati che ha generato il grafico.

Le figure, preferibilmente inviate in originale o in formato digitale, nei formati JPG o TIFF con la risoluzione minima di 300 dpi, numerate progressivamente con numeri arabi e corredate da idonee didascalie. Il posizionamento approssimativo delle tabelle e delle figure va indicato a margine.

La pagina iniziale deve contenere:

- Titolo del lavoro in italiano e in inglese;
  - Il nome e cognome di ogni Autore;
  - Il nome e la sede dell'Ente di appartenenza degli Autori;
  - Il recapito, telefono, fax ed e-mail dell'Autore cui si deve indirizzare la corrispondenza;
  - Una immagine rappresentativa dell'argomento principale dell'elaborato.
- Per quanto attiene ai lavori scientifici, si richiede di strutturarli, preferibilmente, secondo il seguente ordine:

**Titolo:** in italiano ed in inglese.

**Riassunto:** compilato in italiano ed in inglese di circa 10 righe e strutturato in modo da presentare una visione complessiva del testo. Ove possibile deve presentare indicazioni circa lo scopo del lavoro, il tipo di studio, i materiali (pazienti) e metodi analitici applicati, i risultati e le conclusioni rilevanti. Non deve presentare abbreviazioni.

**Parole chiave:** in numero massimo di 6 in italiano ed in inglese. Le parole chiave dovranno essere necessariamente contenute nel testo e preferibilmente scelte dal Medical Subject Index List dell'Index Medicus.

**Introduzione:** illustrare brevemente la natura e lo scopo del lavoro, con citazioni bibliografiche significative, senza includere dati e conclusioni.

**Materiali (pazienti) e Metodi:** descrivere in dettaglio i metodi di selezione dei partecipanti, le informazioni tecniche e le modalità di analisi statistica.

**Risultati:** Presentarli con chiarezza e concisione, senza commentarli.

**Discussione:** spiegare i risultati eventualmente confrontandoli con quelli di altri autori. Definire la loro importanza ai fini dell'applicazione nei diversi settori.

**Citazioni:** i riferimenti bibliografici dovranno essere segnalati nel testo, numerati progressivamente ed indicati tra parentesi.

**Bibliografia:** i riferimenti bibliografici dovranno essere limitati ad una stretta selezione. Solo i lavori citati nel testo possono essere elencati nella bibliografia. I lavori andranno numerati progressivamente nell'ordine con cui compariranno nel testo; gli Autori dei testi citati vanno totalmente riportati quando non superiori a 6, altrimenti citare i primi tre seguiti dall'abbreviazione: et al.. La bibliografia deve essere redatta

secondo il Vancouver Style adottato dal Giornale con le modalità previste dall'*International Committee of Medical Journal Editors*. Per gli esempi, consultare il sito: [http://www.nhl.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.htm](http://www.nhl.nih.gov/bsd/uniform_requirements.htm). Per le abbreviazioni si consiglia di uniformarsi alla *List of Journal Indexed dell'Index Medicus*, aggiornata annualmente.

**Tabelle e figure:** Ognuna delle copie dovrà essere completa di figure e tabelle. Le tabelle dovranno essere numerate progressivamente con numeri romani, dattiloscritte a doppia spaziatura su fogli separati con relativa intestazione.

**Note a fondo pagina:** per quanto possibile dovrebbero essere evitate. Se indispensabili, devono apparire in fondo alla rispettiva pagina, numerate in progressione.

**Inclusione tra gli Autori:** per essere designati Autori è necessario il possesso di alcuni requisiti. Ciascun Autore deve aver preso parte in modo sufficiente al lavoro da poter assumere pubblica responsabilità del suo contenuto. Il credito ad essere Autore deve essere basato solo sul fatto di aver dato un contributo sostanziale a:

- 1) concezione del lavoro e disegno, oppure analisi ed interpretazione dei dati;
- 2) stesura preliminare dell'articolo o sua revisione critica di importanti contenuti concettuali;
- 3) approvazione finale della versione da pubblicare.

Le condizioni 1, 2 e 3 devono essere TUTTE soddisfatte. La partecipazione solo alla raccolta dati o la supervisione generale del gruppo di ricerca non giustifica l'inserimento nel novero degli Autori.

**Autorizzazioni e riconoscimenti:** Le citazioni estese, i dati ed i materiali illustrativi ripresi da pubblicazioni precedenti debbono essere autorizzate dagli Autori e dalle case editrici, in conformità con le norme che regolano il copyright.

**Uniformità:** La redazione si riserva il diritto di apportare al testo minime modifiche di forma e di stile per uniformità redazionale.

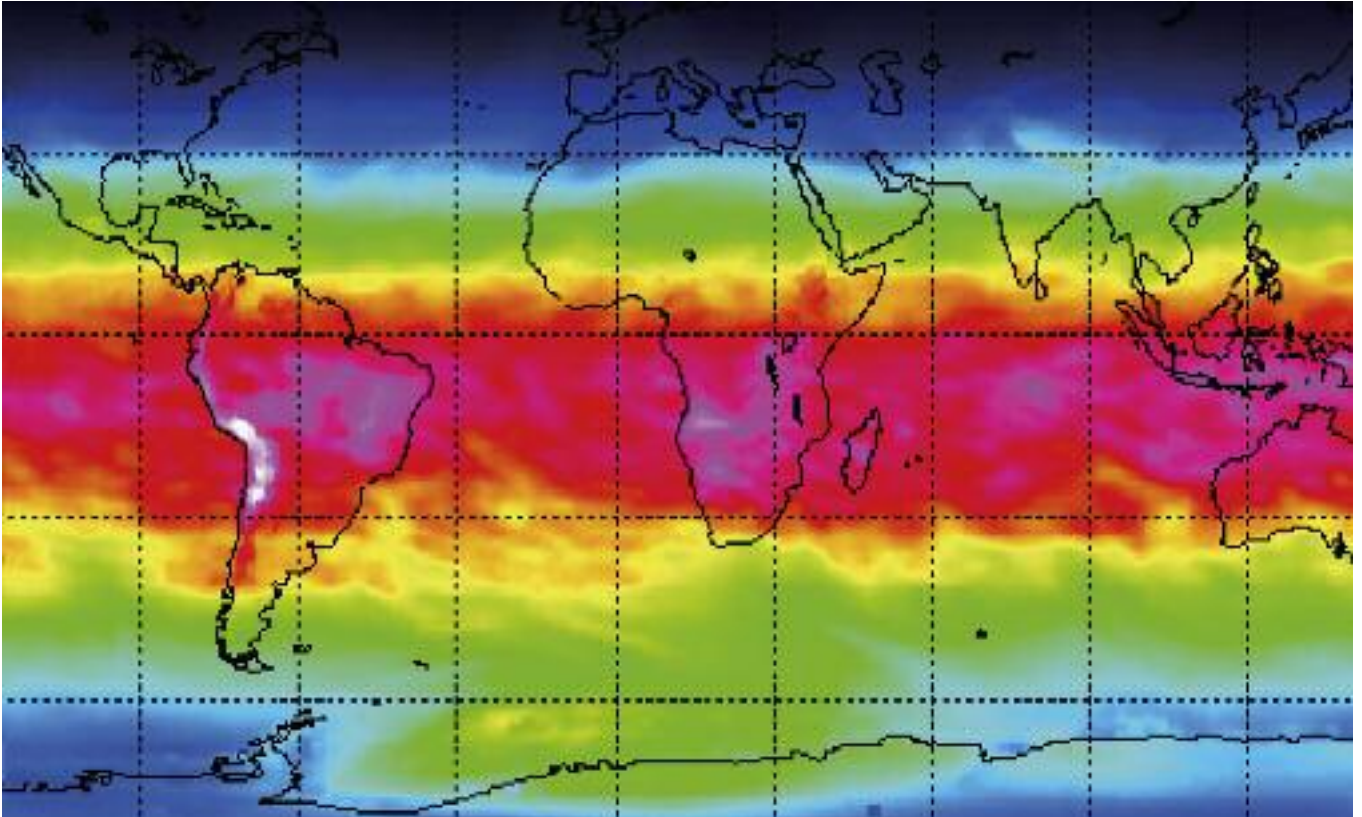
È richiesto l'invio di un breve curriculum vitae ed i punti di contatto di tutti gli Autori e dell'Autore referente per l'elaborato (indirizzo, tel., fax, e-mail).

I lavori, le foto ed i supporti informatici rimarranno custoditi agli atti della Redazione, non restituiti anche se non pubblicati.

# Climi caldi, radiazione solare UV e Operazioni Militari

Hot environments, solar UV radiation and Military Operations

Jacopo Frassini \*



**Riassunto** - Gli attuali scenari in cui sono svolte le operazioni militari alleate riguardano molto spesso aree geografiche dove per almeno parte dell'anno si creano condizioni climatiche di elevate temperature e forte irradiazione solare da raggi UV. Le attività tipiche di militari d'élite altamente selezionati in tali condizioni, assieme a significativi sforzi fisici e all'isolamento logistico in territori ostili, impongono una gestione adeguata dei pericoli per la salute e la conoscenza delle implicazioni sull'efficienza operativa. L'addestramento individuale e di gruppo all'attuazione di comportamenti preventivi in rapporto ai pericoli ambientali contingenti è una strategia già nota ed efficace per ridurre l'impatto del rischio termico e da raggi UV in ambito ricreativo, sportivo ed occupazionale.

**Parole chiave:** stress da calore, indice UV, operazioni militari.

**Summary** - On-going combined military operations are often conducted in geographical regions characterized by extreme weather conditions: high temperatures and high level of solar UV radiation for most part of the year. The activity of elite soldiers in such conditions, together with strenuous exertion and logistical isolation in hostile territory, demands proper management of health risks and knowledge of possible implications on operational effectiveness. Individual and team training to achieve preventive conducts according to existing environmental hazard is a well known and valuable strategy to reduce the influence of thermal and UV hazards in recreational, athletic and occupational activities.

**Key words:** heat stress, UV index, military operations.

\* Ten CSArn SPE , Reparto. Joint Special Forces Task Group - Task Force 45 (Afghanistan) - Role 1 MTF

## Scopo

Lo scopo del presente lavoro è stato il monitoraggio dell'indice di stress termico Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) e dell'UV Index (UVI) per l'operazione NATO "Sarissa" in Afghanistan nell'estate 2012 verificando contestualmente l'incidenza delle patologie correlabili all'esposizione ad alte temperature o al sole nei militari rischierati in teatro. Alcuni spunti di confronto con altri tipi di operazioni sono stati tratti con il monitoraggio condotto in Italia durante l'operazione NATO Unified Protector (OUP). L'esperienza è stata anche un'occasione per studiare come altre forze armate alleate, istituzioni internazionali e associazioni nazionali affrontano le stesse problematiche.

## Materiali e metodi

Dal 25 giugno al 25 agosto del 2012 è avvenuta la rilevazione del WBGT e dell'UVI per l'Operazione Sarissa in Afghanistan. Nello stesso periodo del 2011 sono stati registrati gli stessi indici per l'operazione OUP svoltasi nelle strutture militari di Poggio Renatico (FE). In **tabella 1** sono riassunte le principali caratteristiche delle due missioni.

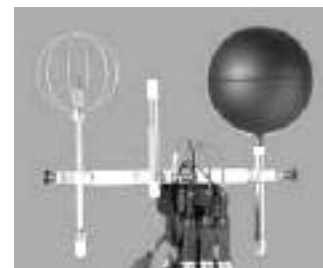
Parametri: Il WBGT è un indice composito di tre temperature espresso in °C o °F secondo la definizione in **figura 1**. L'UVI, introdotto negli anni '90 dall'OMS (**Fig. 2**), è una misura adimensionale della radiazione ultravioletta relativa ad un piano orizzontale alla superficie terrestre in relazione allo spettro di azione per l'induzione dell'eritema da raggi UV come definito dalla Commissione Internazionale sull'Illuminazione.

**Tab. 1 - Principali caratteristiche delle due missioni durante cui è avvenuta la rilevazione dei dati.**

CARATTERISTICA	Sarissa	OUP
Località	Provincia di Farah (Afghanistan)	Provincia di Ferrara (Italia)
Latitudine	32°22'0" N	44°46'0" N
Elevazione	400 mt	10 mt
Tipo territorio	Desertico	Campi agricoli
Sede di attività operativa	Outdoor (territorio e automezzi)	Indoor (shelter e edifici muratura)

$$WBGT = 0,7 \cdot T_{wb} + 0,2 \cdot T_a + 0,1 \cdot T_{bg}$$

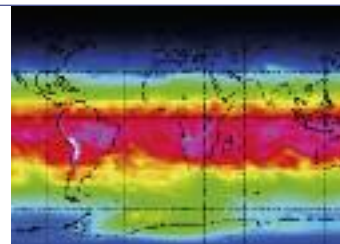
Dove  $T_{wb}$  = Temperatura di bulbo umido naturale  
 $T_a$  = Temperatura ambientale  
 $T_{bg}$  = Temperatura di globo nero



**Fig. 1** - Definizione ISO 7243:1989 del Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) all'aria aperta e apparecchiatura tipo per la sua determinazione.

$$I_{UV} = K_{er} \cdot \int_{250}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda$$

Dove  $K_{er}$  = 40 m<sup>2</sup>/Watt  
 $E_{\lambda}$  = valore dell'irradianza spettrale solare in W/m<sup>2</sup> nm  
 $S_{er}$  = fattore di efficacia (250-400 nm)



**Fig. 2** - Formula ISO 17166:1999/CIE S007-1998 per il calcolo dell'UV Index e immagine terrestre di irradiazione solare UV.

### Misurazioni ambientali

Le misurazioni ambientali sono state condotte con le strumentazioni di dotazione personale e con le metodologie indicate in **tabella 2**. Durante l'OUP è stata utilizzata la stazione meteo WMR200 con sensore UV UVN800 della Oregon Scientific come già avvenuto per il monitoraggio delle condizioni climatiche in attività di ricerca a livello NATO(1). L'indice WBGT è stato successivamente calcolato immettendo i singoli dati meteo nella tabella di conversione

impiegata dall'Australian Bureau of Meteorology (<http://www.bom.gov.au> - 03/06/2012). Nell'operazione Sarissa invece sono stati preferiti il rilevatore WBGT HT30 ed il sensore UV EB612, che sono strumentazioni portatili entrambe più maneggevoli e, in rapporto al costo, sufficientemente affidabili(2) (**Fig. 3**). In questo caso il valore dell'indice WBGT è stato calcolato in automatico dall'apparecchiatura elettronica HT30 ed è stato considerato valido il valore letto più stabile nell'arco di 30



**Tab. 2 - Caratteristiche delle strumentazioni utilizzate e principali dati metodologici.**

	Sarissa	OUP
WBGT (modello – marca)	HT30 – Extech Instruments	WWR200 – Oregon Scientific
UVI (modello – marca)	EB612 – Oregon Scientific	UVN800 – Oregon Scientific
N° letture (range)	7 al giorno per UV 7-29 al giorno per WBGT	7 al giorno per UVI 2-4 al giorno per WBGT
Orari del giorno (range)	12:00-12:30 per UVI 07:30-18:30 per WBGT	13:00-13:30 per UVI 11:30-15:30 per WBGT
Giorni di rilevazione	Tutti (tot. 62)	Lavorativi (tot. 35)
Tipo di lettura	Manuale per WBGT e UVI	Manuale per WBGT e UVI
Calcolo del valore puntuale	Automatico per WBGT e UVI	UVI: Automatico WBGT = Calcolo manuale secondo la tabella dell’Australian Bureau Meteorology

secondi dal raggiungimento dell’equilibrio termico dello strumento. L’equilibrio termico dello strumento era definito per oscillazioni dell’indice inferiori o pari a 0,3°C. In entrambe le esperienze i rilevatori WBGT sono in stati fissati a 1,5 mt da terra in un’area aperta e mantenuti in sito per tutto il periodo dello studio. I sensori UVI sono stati attivati in un intervallo di tempo di mezz’ora comprendente lo zenit solare (12:00-12:30 Farah e 13:00-13:30 Ferrara, individuati secondo il calcolatore solare on-line del NOAA:

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc>); sono state ottenute 7 letture seriate nell’arco di 5-8 minuti, di cui sono stati esclusi il primo valore più basso e l’ultimo più alto, ed è stata fatta la media aritmetica con arrotondamento al numero intero più vicino(3). Le medie sono espresse con  $\pm$  DS e calcolate in Sarissa su tutti i 62 giorni del periodo 25 giugno – 25 agosto 2012, mentre in OUP i valori si riferiscono ai 35 giorni lavorativi dello stesso bimestre del 2011.

### **Patologie monitorate**

Per patologie correlate a circostanze di elevato stress termico in corso di attività fisica (PSTS – patologie da stress termico da sforzo) si sono intese quelle condizioni per cui un individuo non è stato in grado di proseguire un’attività a seguito di disidratazione e/o aumento della temperatura corporea che, nella classificazione tradizionale dell’American College of Sports Medicine(4) sono raggruppate in 3 principali categorie: l’esaurimento da caldo, il colpo di calore e i crampi muscolari. Tra



**Fig. 3 -** Strumentazioni utilizzate in Sarissa (a sinistra) e in Unified Protector (a destra) per la rilevazione del WBGT e UV Index.



le patologie correlate all'esposizione acuta ai raggi UV (UVP) sono state comprese le patologie cutanee (fotodermatiti, eritema-ustione solare, reazioni da farmaci fotosensibili), oculari (fotocheratocongiuntiviti, retinopatia solare) e da deficit immunologici (attivazione herpes labiale) conseguenti ad irradiazione solare(5). Per essere incluse sia le PSTS che le UVP dovevano aver richiesto intervento medico e/o aver determinato temporanee limitazioni operative.

### **Personale**

Per l'operazione Sarissa i militari giornalmente presenti nell'arco del periodo di osservazione erano tutti di nazionalità italiana, di sesso maschile, con un ottimale livello di fitness già alla partenza e rispetto all'OUP erano circa un quarto della forza con un'età mediamente più giovane. Le unità operative di entrambe le operazioni erano supportate in sede da un ROLE 1 italiano come primo livello di cura. I militari che hanno preso parte

all'OUP erano di estrazione multinazionale, provenienti da differenti regioni geografiche, con periodi di assegnazione e fitness generale variabili da nazione a nazione e da incarico ad incarico.

### **Interventi informativi**

Per l'operazione OUP, viste le caratteristiche dell'attività svolta prettamente indoor in ambienti climatizzati, il locale Servizio Sanitario AM ha indicato nella propria bacheca gli orari in cui l'indice

**Tab. 3 - Consigli forniti relativamente all'acclimatazione, idratazione, attività fisica al caldo e protezione dai raggi ultravioletti (sintesi da AA.VV.) (3,4,6,10,17,38,39).**

Acclimatazione	<ol style="list-style-type: none"><li>1. All'arrivo almeno dimezzare l'intensità-carico-durata dell'allenamento normalmente svolto in patria, frammentandolo in cicli di attività-riposo.</li><li>2. Stabilire un programma individuale flessibile di allenamento fisico, progressivamente maggiore nell'arco dei primi 6-14 giorni.</li><li>3. Prevedere 100 minuti al giorno di esercizi soprattutto aerobici, stimolando la sudorazione, inizialmente nelle ore più fresche del giorno con WBGT &lt; 25°C, successivamente e secondo tolleranza in orari più caldi evitando comunque condizioni di WBGT &gt; 28°C.</li><li>4. Durante l'acclimatazione e, una volta acclimatati, in situazioni ad alto rischio l'allenamento dovrebbe essere svolto assieme ad un'altra persona responsabile di monitorare il proprio stato di benessere e viceversa.</li></ol>
Acclimatati	<p>Quando è possibile mantenere agevolmente per 7-14 giorni un allenamento continuativo per 100 minuti al caldo:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. tendere ad aumentare se necessario intensità/durata per riprodurre in modo controllato il tipo di sforzo prodotto in situazioni reali.</li><li>2. incrementare con progressione l'esposizione al caldo, intervallando giorni di allenamento al caldo con giorni di allenamento in ore più fresche.</li><li>3. rispettare i cicli di attività-riposo indicati in tabella 4 quando si svolge allenamento in tenuta ginnica (pantaloncini-maglietta-scarpe da corsa).</li><li>4. non effettuare attività fisiche pianificabili o differibili per WBGT &gt; 32°C.</li></ol>
Idratazione	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Durante l'acclimatazione, le perdite di sali e liquidi sono maggiori.</li><li>2. Bere acqua prevalentemente ai pasti o se necessario bevande integratrici ore prima dello sforzo per facilitare il naturale reintegro di sali minerali, mantenendo le urine chiare.</li><li>3. Metodo supplementare: pesarsi prima e dopo l'allenamento senza maglietta. La differenza indica i fluidi persi. Per raggiungere una reidratazione ottimale 4-6 ore dopo l'evento assumere 25-50% in più rispetto ai fluidi persi.</li></ol>
Preparazione a operazioni reali	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ridurre progressivamente la durata e l'intensità dell'allenamento.</li><li>2. Effettuare l'allenamento nei periodi meno caldi della giornata.</li><li>3. Rispettare i cicli attività-riposo previsti per la categoria di rischio termico.</li><li>4. Assicurare un adeguato riposo notturno.</li><li>5. Astenersi da attività fisiche intense per le 8-12 ore precedenti l'evento trascorrendo questo tempo in ambienti termicamente confortevoli.</li></ol>
Protezione UV	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Utilizzare mezzi protettivi quali:<ul style="list-style-type: none"><li>• indumenti a manica lunga e pantaloni lunghi,</li><li>• copricapo con ampia visiera,</li><li>• occhiali filtranti.</li></ul></li><li>2. Spalmare ogni 2 ore sulle zone di pelle scoperte creme schermanti e stick protettivi sulle labbra (protezione 30+).</li><li>3. Organizzare il proprio tempo in modo da evitare la permanenza sotto il sole tra le ore 10:30 e le ore 15:30.</li><li>4. Stare all'ombra il più possibile in caso di UVI &gt; 3.</li></ol>

WBGT superava in genere i 28°C, sconsigliando l'allenamento fisico sotto al sole in questi periodi, e ha pubblicato quando necessario sull'Ordine del Giorno orari e limitazioni ai vari tipi di addestramento militare nelle esercitazioni all'aperto. Per l'operazione Sarissa invece sono state date indicazioni preventive sulle PSTS e sulle UVP durante specifici incontri col personale riassunte in **tabella 3**.

## Risultati

Nel 2012 per l'operazione Sarissa sono state effettuate un totale di 732 rilevazioni per il WBGT e 434 per l'UVI. Durante la OUP nel 2011 sono state condotte 98 rilevazioni per il WBGT e 245 per l'UVI. Il valore medio del periodo 25 giugno – 25 agosto è stato in Sarissa di 31,6±1,2°C per il WBGT massimo giornaliero e di 33,2±3,9°C in OUP, mentre per l'UVI di 8,3±0,7 in Sarissa e di 6,4±1,4 in OUP.

Il WBGT medio diurno (07:30-18:30), calcolato solo per Sarissa, è risultato pari a 29,4±2,0°C, con picco massimo del periodo di 33,8°C raggiunto il 20 agosto alle ore 13:15 e l'11 luglio alle 13:30. In media circa 7 ore al giorno erano trascorse a valori di WBGT superiori a 28°C, limite comunemente indicato come la soglia d'attenzione per le PSTS<sub>4</sub>(6). Nell'arco dei 62 giorni però solo per il 2,8% del tempo sono stati raggiunti livelli di WBGT da categoria 4 nera o ad altissimo rischio di PSTS (**Tab. 4**).

La **figura 4** illustra come il clima desertico afgano abbia determinato valori di WBGT medio orario discretamente prevedibili. Nella stessa immagine, applicando le categorie di rischio termico utilizzate dalla vicina Base Alleata di Kandahar è stato quindi

evidenziato come risultasse sconsigliato effettuare prolungate attività anche a modesto impegno fisico all'aperto sotto al sole senza idonei periodi di recupero ed adeguata idratazione tra le ore 11:30 e le 15:30. In tale fascia oraria veniva inoltre raggiunto il picco di radiazione UV che richiedeva ulteriori misure protettive (**Fig. 6**, ultimo riquadro).

Il massimo valore dell'indice WBGT (**Fig. 5**) in Sarissa è stato registrato nel 77% dei casi tra le ore 13:15 e le ore 14:15 con una media delle 13:42, e tendeva a rimanere stabile per i successivi 90-100 minuti prima di iniziare a decrescere. In OUP il picco del WBGT era invece rilevato più tardi, tra le ore 14:00 e le ore 15:30 nei 2/3 circa delle rilevazioni. Tale fenomeno è dovuto principalmente al fatto che il mezzogiorno solare in Afghanistan avveniva quasi 1 ora prima rispetto che in Italia. In piccola parte possono aver influito le diverse dinamiche climatiche che incidono sul calcolo del WBGT, maggiormente legate alle variazioni di umidità in Italia e dell'irraggiamento solare in Afghanistan. A Ferrara infatti si sono realizzate condizioni di umidità significativamente maggiori rispetto a Farah, con una umidità relativa media al momento del WBGT massimo del 44,6% contro lo 4,2% afgano ( $p < 0,001$ ). Nonostante nell'arco del periodo di osservazione i valori di temperatura ambientale massima fossero nettamente superiori a Farah (in media 46,7°C vs 32,8°C) con temperature di globo nero comprese tra i 58 e i 72°C al momento della determinazione del picco del WBGT, a Ferrara venivano raggiunti valori di WBGT massimi ben superiori a quanto manifestatosi nelle condizioni afgane (33,2°C vs. 31,6°C), a riprova di come questo indice sia particolarmente sensibile alle variazioni di umidità relativa più che alla

temperatura ambientale o da irraggiamento.

Alcuni servizi meteorologici su internet (ad es.: <http://www.meteo-vista.co.uk> e <http://www.weatheronline.co.uk>) offrono una previsione quotidiana dell'UVI sia per l'Italia che per l'Afghanistan. I valori pubblicati sul web erano generalmente più alti di circa 2 unità rispetto a quanto rilevato sul terreno. Tuttavia questi dati non sono apparsi confrontabili in quanto le previsioni derivavano da calcoli secondo metodologie, modelli e natura dei dati non assimilabili ad una lettura ambientale diretta. Per quanto riguarda Farah, l'85% delle rilevazioni UVI erano da categoria "rosso-viola" in riferimento alla classificazione di rischio dell'OMS, per cui era previsto il massimo livello di protezione. A Ferrara invece, grazie anche a periodi di variabile copertura nuvolosa, la percentuale dei giorni da categoria "rosso-viola" è stata più bassa e pari al 12% (**Tab. 5**).

Le PSTS e UVP (**Tab. 6**) si sono manifestate sporadicamente, senza collegamento a situazioni di rischio particolarmente elevato. L'unico caso di esaurimento da caldo, risoltosi rapidamente dopo reidratazione, si è manifestato durante la OUP in un militare NATO di sesso maschile proveniente da paese nordico, mentre effettuava il regolare allenamento fisico aerobico alla mattina presto. Sempre in OUP sono stati assistiti due casi di eritema solare particolarmente accentuati sulle zone di cute scoperte in militari maschi non italiani di carnagione chiara che hanno montato le strutture rischierate per l'operazione al sole senza protezioni e un caso di Herpes labiale in un militare di sesso femminile. In Sarissa non sono stati registrati casi di PSTS durante il monitoraggio, mentre sono emersi 5 casi di

**Tab. 4 - percentuale del tempo della giornata mediamente trascorso in una determinata categoria di rischio (ultima colonna) secondo le rilevazioni effettuate dal 25 giugno al 25 agosto 2012 a Farah (AF). Le prime colonne mostrano le indicazioni adottate da diverse istituzioni sportive e militari, per soggetti acclimatati al caldo, in buono stato di forma fisica e in abbigliamento leggero. ACSM (American College of Sports Medicine); NATA (National Athletic Trainers Association), ComKaf Kandahar (Kandahar Airfield NATO Base – Afghanistan). Per le tabelle originali in °F si è applicata la conversione in °C con arrotondamento al primo decimale più vicino al valore di categoria termica delle tabelle in °C.**

WBGT (°C)	ACSM <sup>4</sup>		NATA <sup>6</sup>	TB-MED 507 <sup>8</sup> (1) Attività moderate; (2) Attività intense		ComKaf Kandahar		Farah
	Competizione	Allenamento		Ciclo attività/riposo	Necessità idriche stimate	Ciclo attività/riposo	Necessità idriche minime	% tempo (sulle 24h) nella categoria di rischio
< 18	Generalmente non pericoloso. Sporadici casi di PSTS possono presentarsi.	Normale attività.	Basso rischio ma possibile per soggetti predisposti					63,4%
18-22,5			Rischio aumentato con la progressione dell'evento durante il giorno.					
22,5-25	Aumenta il rischio per tutti i gli atleti.	Normale attività controllando l'idratazione.	Rischio PSTS non trascurabile. Soggetti ad alto rischio non dovrebbero competere.					
25-27	Il rischio per atleti non acclimatati o non allenati è alto.	Pianificare attività intense o prolungate con cautela.		NL <sup>(1)</sup> 40/20 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	50/10	500ml	14,2%
27-28								
28-29,2	Cancellare la competizione.	Limitare l'intensità degli esercizi e l'esposizione giornaliera al caldo e umidità.		50/10 <sup>(1)</sup> 30/30 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> 1 L <sup>(2)</sup>	45/15	1L	14%
29,3-30								
30-31								
31-32				30/30 <sup>(1)</sup> 20/40 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> 1 L <sup>(2)</sup>	30/30	1,5L	5,6%
>32		Cancellare l'allenamento.		20/40 <sup>(1)</sup>	1 L <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	20/40	>2lt	2,8%

UVP: un caso di eritema e due casi di congiuntivite in militari appartenenti ai ruoli tecnico-logistici; un caso di congiuntivite manifestatosi all'arrivo in TO e uno di Herpes labiale in militari dell'area operativa.

## Discussione

### Stato dei fatti

I primi studi in campo militare d'impiego dell'indice WBGT risalgono agli anni '50, durante i quali le forze armate

inglesi, statunitensi ed israeliane hanno iniziato ad affrontare il problema non trascurabile della mortalità e morbilità dell'ipertermia nelle truppe impiegate in operazioni al caldo soprattutto se scarsamente acclimatate. Ad esempio, durante

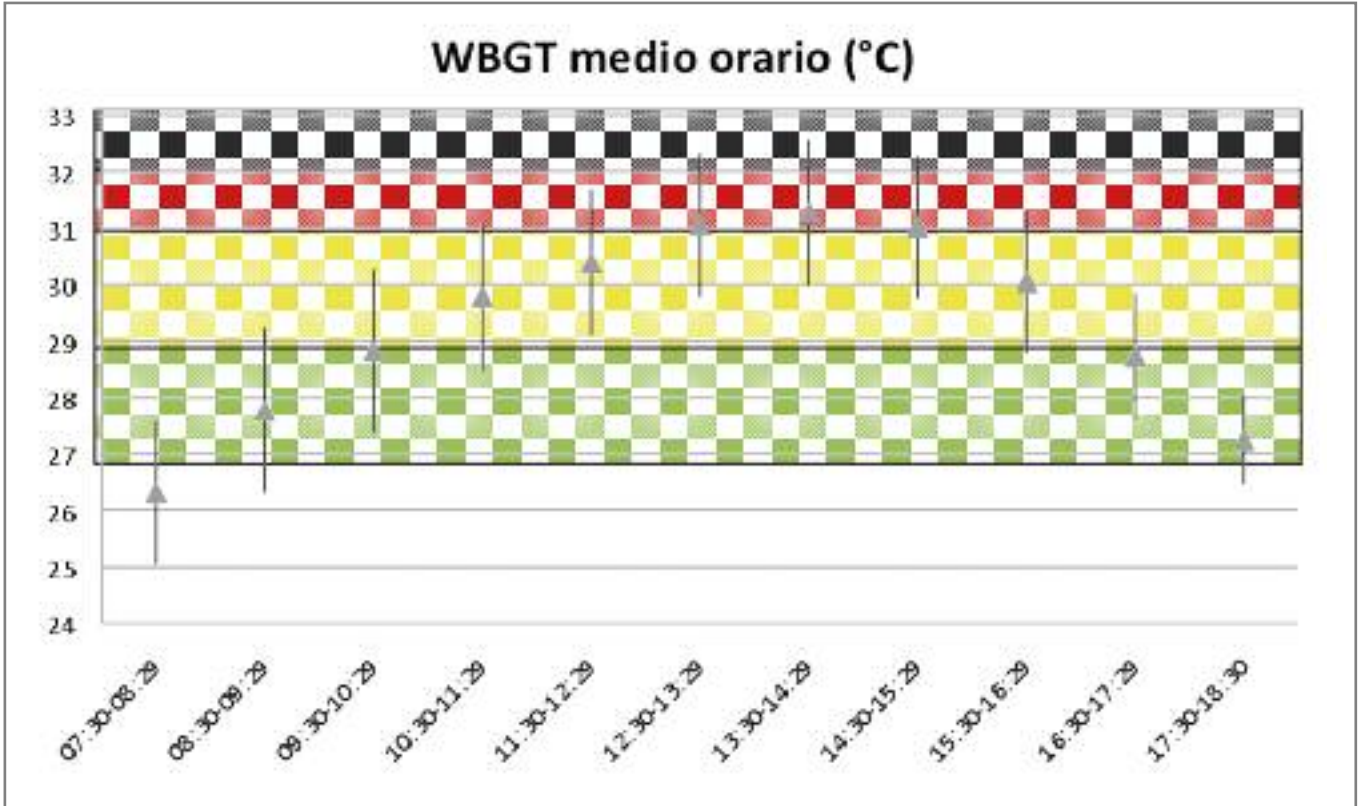


Fig. 4 - Media  $\pm$  DS dei valori orari di WBGT rilevato in Sarissa rapportato alle categorie di rischio termico considerate dalla vicina Base Alleata di Kandahar ([www.kdab.afcent.af.mil/comkaf/index.asp](http://www.kdab.afcent.af.mil/comkaf/index.asp) al 04/08/2012).

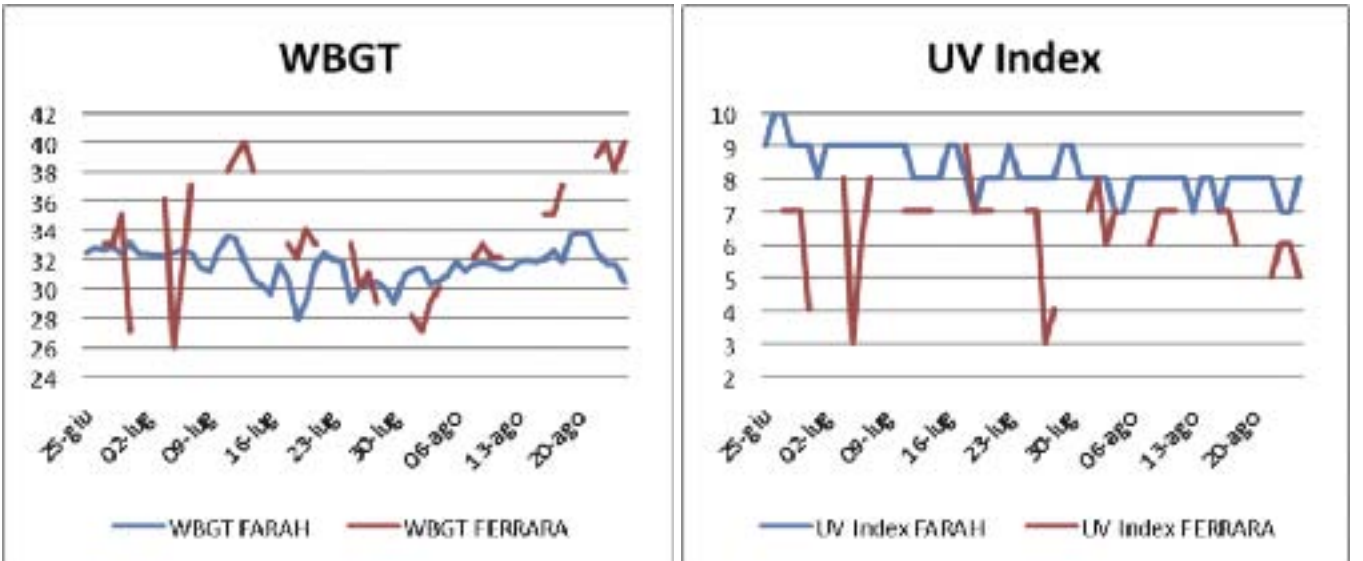


Fig. 5 - Andamento del valore massimo del WBGT e dell'UVI nel periodo 25 giugno – 25 agosto in Sarissa 2012 e OUP 2011. Le interruzioni sulla linea rossa sono dovute alla mancata rilevazione nei giorni non lavorativi.

la Guerra del Vietnam le truppe americane hanno subito un'incidenza di PSTS pari al 5,4/1000 durante i mesi estivi. Dal 1980 al 2002 tra il personale dello US

Army sono state ospedalizzate 5246 persone per patologie da ipertermia (in media 238 casi all'anno circa), tra cui sono avvenuti 37 decessi con un trend in netto

aumento dal 1,8/100000 nel 1980 al 14,5/100000 nel 2001(7). Come ultima evoluzione di numerosi interventi preventivi, nel 2003 lo US Army e la US Air Force

**Tab. 5 - Valore UVI massimo giornaliero raggiunto, protezioni raccomandate dall'OMS6 al momento in cui l'UVI raggiunge il corrispondente valore sulla prima colonna e le percentuali dei giorni nell'arco del periodo 25 Giugno - 25 Agosto del 2012 per Farah e del 2011 per Ferrara in cui il picco dell'UVI ha raggiunto un valore massimo nella rispettiva categoria di rischio.**

UV Index (picco giornaliero)	Protezioni Raccomandate	% giorni	
		Farah	Ferrara
	Nessuna	0%	0%
		15%	88%
		85%	12%

**Tab. 6 - Numero di casi di PSTS (patologie da stress termico da sforzo) e UVP (patologie acute UV correlate).**

	Evento	OUP	Sarissa	TOTALI		
				Area operativa	Area logistica	TOT
PSTS	Esaurimento da calore	1	0	0	1	1
	Colpo di calore	0	0	0	0	0
	Crampi muscolari	0	0	0	0	0
	TOT	1	0	0	1	1
UVP	Eritema solare	2	1	0	3	3
	Cheratocongiuntivite solare	0	3	1	2	3
	Herpes labiale	1	1	1	1	2
	TOT	3	5	2	6	8

hanno pubblicato una direttiva comune sul controllo dello stress termico e sul trattamento delle PSTS(8), la TB-MED 507 del 03/03/2003, indicando come la conoscenza dei diversi provvedimenti individuali e di gruppo basati sul WBGT giochino un ruolo determinante nella

tutela della salute e nella conservazione della prestazione psico-fisica del soldato. Recentemente sono stati pubblicati alcuni studi che permettono la determinazione del WBGT in modo affidabile dai dati dalle centraline meteorologiche(2), semplificandone ulteriormente la rileva-

zione. Ad oggi infatti l'utilizzo del WBGT per valutare l'esposizione del personale ad ambienti caldi è molto diffuso nel settore occupazionale, militare e sportivo, essendo riconosciuto da tempo come uno standard di riferimento internazionale (ISO 7243:1989).

### **Termoregolazione**

Il corpo umano scambia calore con l'ambiente mediante 4 meccanismi: 1. Conduzione (contatto diretto tra due corpi a temperature diverse), 2. Convezione (movimento dell'aria da una zona più calda a una più fredda), 3. Irraggiamento (emissione di radiazioni infrarosse) e 4. Evaporazione (sottrazione di calore da parte dell'acqua al passaggio dallo stato liquido a quello di vapore). L'efficienza con cui l'organismo umano riesce a mantenere la propria temperatura interna costantemente attorno ai 37°C dipende da un lato dalla capacità dell'organismo a dissipare il calore in eccesso e dall'altro dalla capacità dell'ambiente di accoglierlo. L'indice WBGT è in grado di riassumere in un numero le condizioni climatiche che determinano i quattro diversi fenomeni di scambio termico (Fig. 1), dove per il corpo umano la temperatura ambientale e l'umidità dell'aria sono le componenti maggiori dello stress da calore(4,6). Per evitare che a temperature esterne superiori ai 37°C il corpo si scaldi entrando passivamente in equilibrio termico con l'ambiente circostante, il raffreddamento deve avvenire necessariamente mediante un processo attivo. Questo è possibile grazie l'evaporazione del sudore che è in grado di sottrarre 1 kcal di energia termica per ogni 1,7 ml di sudore evaporato, meccanismo che alla massima efficienza in un ambiente secco riesce a dissipare circa 600 kcal all'ora(9). Tuttavia l'efficacia è tanto minore quanto più alta è l'umidità dell'aria così, mentre al caldo secco la sudorazione è responsabile del 98% del raffreddamento della cute, al caldo-umido è limitata a valori fino all'80%(10). Quando la produzione di calore dal metabolismo muscolare aumenta durante uno sforzo fisico (anche di 15-20 volte rispetto alle condizioni basali) la sudorazione diventa una risposta fisiologica cruciale per la termo-

dispersione in ambienti caldi ed ogni alterazione di questo meccanismo (ad es. disidratazione, alta umidità ambientale) ha forti ripercussioni sia sulla performance fisica sia sulla termoregolazione. Durante un'attività fisica prolungata al caldo intervengono 3 importanti risposte circolatorie che si accentuano all'aumentare della temperatura ambientale e dello sforzo: vasodilatazione muscolare e cutanea, vasocostrizione viscerale e mantenimento della pressione arteriosa. Ai fini della termoregolazione il sangue si comporta come un liquido di raffreddamento nel trasferire il calore dai muscoli scheletrici metabolicamente attivi alla superficie cutanea che lo disperde nell'ambiente. I centri vasomotori ipotalamici possono aumentare il flusso ematico alla pelle fino a 8 litri al minuto e della portata cardiaca fino a 20 litri al minuto per garantire la capacità di termodispersione(11). Affinché tale riduzione delle resistenze periferiche non determini un crollo dell'output cardiaco, della pressione venosa centrale e del riempimento diastolico, è necessario un adeguato volume di sangue circolante che nel tempo va progressivamente riducendosi per via della perdita di liquidi con la sudorazione. Quando il peso corporeo scende di oltre il 3-5% per la perdita di liquidi, la sudorazione ed il flusso sanguigno cutaneo iniziano a diminuire in modo significativo(12). La riduzione del ritorno venoso infatti stimola i barocettori cardiopolmonari che per mezzo dei centri midollari di controllo cardiovascolare determinano vasocostrizione muscolare e/o cutanea in contrasto con la vasodilatazione precedentemente indotta(13). Alla lunga prevale la conservazione dell'output cardiaco e della pressione centrale sul flusso sanguigno cutaneo (termoregolazione) e muscolare (performance) con deterioramento del rendimento fisico ed esposizione al rischio di ipertermia.

### **Attività fisica al caldo**

Studi su atleti hanno mostrato come per un determinato sforzo all'aumentare dello stress termico e/o dell'umidità relativa e/o della disidratazione vi sia un calo della prestazione, tanto che rispetto a condizioni di maggior comfort ambientale è necessario rallentare l'intensità dell'esercizio o ridurne la durata per poterlo completare(4,6,8). È stato infatti riscontrato come più la temperatura ambientale aumenta al di sopra dei 20°C tanto più precocemente subentra l'esaurimento fisico. Allo stesso modo, in ambito occupazionale è stato evidenziato come lavoratori acclimatati al caldo in abiti leggeri riescano a mantenere una capacità lavorativa ottimale fino a valori di WBGT di 29°C per attività d'ufficio e di 26°C per attività fisicamente impegnative; per entrambe le categorie un innalzamento del WBGT di 4°C comporta un decremento lineare dell'80% della performance lavorativa(14). Nell'addestramento militare il rischio di essere colpiti da PSTS aumenta progressivamente da valori di WBGT di 18,3°C, inizialmente durante esercitazioni aerobiche intense prolungate (ad es. corsa) e dopo più giorni di caldo consecutivi(15). Tale rischio diventa alto quando il WBGT supera i 28°Ce, sebbene non sia trascurabile anche per valori di WBGT inferiori ai 25°C in soggetti sani sia atleti che militari, tende a essere maggiore in chi è predisposto (**Tab. 7**), scarsamente acclimatato, gravato da equipaggiamento (elmetto, protezioni su ampie aree del corpo, uniformi poco traspiranti...), disidratato, obeso, con fitness insufficiente, malnutrito o debilitato (diarrea, vomito, febbre, virusi respiratorie...), sotto l'effetto di sostanze quali caffeina, alcol, diuretici, termogenici... in grado di alterare l'equilibrio idro-salino e/o la termoregolazione(4,6,17).



**Tab. 7 - Principali fattori che influenzano il rischio di PSTS.**

Maggiore rischio PSTS	Minor rischio PSTS
Scarsa acclimatazione	Progressione dell'allenamento
Età progressivamente maggiore	Miglior livello di fitness
Utilizzo di farmaci/alcolici/caffeina/termogenici...	Adeguata idratazione
Obesità	Normale riposo notturno
Insolazione	Buona nutrizione
Maggiore intensità dello sforzo	Cicli di riposo-attività durante l'esercizio fisico
Maggiore durata dello sforzo	Assenza di malattie (febbre, raffreddore, diarrea...)
Precedente colpo di calore	Indumenti leggeri/traspiranti

#### **Disidratazione al caldo**

La diminuzione del 4% del peso corporeo da perdita di liquidi durante un'attività fisica aerobica prolungata comporta un calo del ~50% della performance fisica in ambienti caldi e del ~30% in ambienti temperati rispetto alle condizioni basali, mentre il decremento delle capacità cognitive (reattività, ragionamento, memoria a breve termine) può subentrare a livelli di disidratazione anche minori(8). Questa osservazione giustifica come gli effetti del caldo e della disidratazione riducano la prestazione ad un grado maggiore se combinati piuttosto che singolarmente. Per cercare di porre rimedio a tale fenomeno in campo sportivo si sono cercate diverse soluzioni, tra le più efficaci l'ingestione di impasti liquido-ghiacciati prima di un'attività fisica sottomassimale prolungata ha prodotto benefici in termini di rendimento e di termoregolazione(18). Tuttavia anche una semplice ma adeguata idratazione prima e durante lo sforzo fisico riduce il tasso a cui la temperatura interna sale, aumenta la resistenza all'affaticamento per sforzi aerobici submassimali prolungati al

caldo e riduce il rischio di malori da caldo e i relativi danni organici(4,6,8,10,17,19). E' stato stimato come unità operative militari che svolgono attività da campo (con spesa energetica di 2500-4500 Kcal/die) ad un WBGT medio giornaliero di 27°C consumino dai 5 litri (2500 kcal/die) ai 10 litri (4500 Kcal/die) di liquidi al di, con picchi massimi di 12-16 litri (per > 5500 kcal/die e WBGT > 28°C) al giorno in unità d'elite per lo svolgimento di missioni reali molto impegnative in climi estremamente caldi di tipo desertico(8). Ai fini del mantenimento della performance, il fisiologico stimolo della sete non è un sistema affidabile perché generalmente intervenire per perdite di liquidi superiori al 2% del peso corporeo e ad un tale livello di disidratazione la prestazione aerobica potrebbe già essere in parte compromessa soprattutto in climi caldi(10,19). Per orientare le unità operative in una stima delle proprie necessità idriche durante le attività, la tabella 4 nella colonna derivata dalla TB-MED 507 indica dei quantitativi medi a seconda della classe di rischio termico che dovrebbero essere in

grado di sostenere il corrispondente livello di prestazione per 4 ore nel rispetto dei relativi cicli di attività/recupero. Ciò nonostante, la perdita di liquidi col sudore durante un'attività fisica prolungata varia tra gli individui mediamente da 0,4-0,5 l/ora a 2-2,5 l/ora a seconda del tipo di sforzo e delle condizioni ambientali, risultando quindi difficile calcolare a priori una corretta velocità di reintegro(19). E' pertanto fondamentale iniziare ad affrontare operazioni al caldo preidratando l'organismo già parecchie ore prima (8-12 ore) con un adeguato quantitativo di liquidi assunti ai pasti e mantenendosi a riposo da sforzi fisici in ambienti che offrano un sufficiente comfort termico(15,19). In campo sportivo esistono numerosi sistemi biometrici e biumorali per controllare il proprio stato di idratazione in allenamento o prima di una competizione; in ambito militare il metodo più utile è risultato essere il mantenimento delle urine di aspetto giallo chiaro associato ad un periodico controllo del peso corporeo senza abbigliamento, al risveglio, prima e dopo gli addestramenti(8,10,19).



### **Iperidratazione**

L'iperidratazione prima o durante o dopo uno sforzo duraturo è sconsigliata perché potrebbe portare ad un'eccessiva perdita di sali minerali con urine troppo chiare, soprattutto se abbinata ad attività fisiche di oltre 2-4 ore/die e all'utilizzo di bevande ipotoniche(20). Per evitare il rischio di iponatremia da diluizione le unità operative dovrebbero recuperare il sodio perso in base alle effettive necessità. Soldati acclimatati, impegnati regolarmente in attività fisiche prolungate (richieste energetiche attorno ai 4500-5500 Kcal/die) in climi caldi con un WBGT medio di 27°C, possono necessitare anche fino a 11 grammi di sodio per reintegrare le perdite, quando invece militari con compiti d'ufficio, moderatamente attivi (2500 Kcal/die), ne richiedono circa 2-4 grammi al dì(8). Tenendo presente che secondo le linee guida 2003 dell'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione un italiano medio assume quotidianamente circa 4 grammi di sodio con la normale alimentazione, integrazioni saline sarebbero consigliabili solo in gruppi selezionati e nei periodi di particolare attività al caldo.

### **Cicli attività/recupero al caldo**

Una prestazione fisica impegnativa per essere sostenuta a lungo in climi caldi deve prevedere degli adattamenti quali una riduzione dell'intensità e/o della durata dello sforzo(4,6,17). In ambito occupazionale si indica una riduzione della durata totale del lavoro suddividendolo in più cicli di attività/recupero in base a determinate categorie di rischio termico e d'impegno fisico(21) con lo scopo di preservare in sicurezza una qualità produttiva adeguata al compito. Infatti l'organizzazione del lavoro in modo uniforme

durante il turno secondo cicli di attività/recupero consente di rallentare la produzione di calore dal metabolismo muscolare e ridurre l'impegno cardiovascolare a fronte di una migliore termodispersione e di ripristinare un adeguato stato di idratazione bevendo frequentemente(22). Così anche lo US Army ha adottato una strategia analoga, mostrando tra le principali azioni protettive dallo stress da calore il rispetto di cicli attività/recupero a seconda della categoria di rischio termico e di intensità fisica, considerando che tali indicazioni sono però applicabili a situazioni addestrative, potendo pianificare le modalità di esposizione al caldo e di recupero all'ombra ed indossando un abbigliamento leggero(8).

### **Equipaggiamento**

Per questioni operative e difensive il militare è gravato da equipaggiamenti che limitano le naturali capacità di termodispersione (giubbetto antiproiettile, elmetto, IPE...) ed aumentano il rischio di PSTS(23). In tali circostanze il monitoraggio dell'indice WBGT si è rilevato un utile strumento per contenere il rischio di seri danni da ipertermia nelle reclute dei Marines(24). Ad esempio, la TB-MED 507 indica come vada aggiunto un fattore +3 all'indice WBGT rilevato in caso sia indossato il giubbetto antiproiettile in ambiente caldo-umido e fino a +12 in caso sia indossata la tuta NBC. In questi termini il giubbetto antiproiettile sulla mimetica desertica innalzerebbe il livello di stress termico di 1-2 categorie rispetto ad una operazione svolta alle stesse condizioni climatiche ma senza armamenti protettivi (ad es. da verde a gialla o rossa), con ripercussioni significative sui cicli di attività/recupero consigliati e sulle necessità idriche orarie stimate (Tab. 4).

Analoghi risultati sono stati rilevati nei giocatori di football americano la cui suscettibilità ad un innalzamento pericoloso della temperatura interna con l'uniforme completa da incontro era maggiore di quella ridotta da allenamento e molto maggiore rispetto al classico abbigliamento da corsa con maglietta e pantaloncini corti(25).

### **Acclimatazione**

E' un processo fisiologico di adattamento dell'organismo a nuove condizioni climatiche, finalizzato al ripristino di un rendimento psico-fisico ottimale nel nuovo ambiente e ad una ridotta suscettibilità alle PSTS. L'acclimatazione al caldo è un altro fattore fondamentale per raggiungere prestazioni psico-fisiche operative e contemporaneamente un'adeguata protezione sulla salute(4,6,8,17). Generalmente questo processo richiede tempi significativamente diversi per completarsi a seconda di numerose variabili (differenze tra clima di partenza e di arrivo, condizione fisica generale, età, fitness di base...) e può oscillare tra i 14 e i 21 giorni secondo le più recenti indicazioni della NATO per la più ampia tipologia del personale rischiarabile in teatro afghano(26). Tuttavia, in individui sani con un buon livello di fitness aerobico già alla partenza, l'acclimatazione sia al caldo-umido sia al caldo-secco, raggiunta attraverso un progressivo condizionamento fisico, è acquisita quasi completamente in 1-3 settimane di esposizione, sviluppando la maggior parte degli adattamenti fisiologici nei primi 6-14 giorni(4,6,17). La ripetuta e graduale esposizione ad aumenti della temperatura interna mediante l'esercizio fisico al caldo induce cambiamenti cellulari (heat-shock proteins), cardiocircolatori



(aumento del volume plasmatico, ridotta frequenza cardiaca, più efficiente regolazione delle resistenze microvascolari...) e neuro-endocrini (metabolismo basale ridotto, più rapida risposta termoregolatoria, più efficiente sudorazione, temperatura rettale più bassa durante l'attività...) responsabili di una miglior tolleranza allo sforzo, migliore comfort e maggior protezione dai danni organici dell'ipertemia senza sostanziali differenze tra il caldo-umido e il caldo-secco in termini del tipo di adattamenti(27). Per far sì che questi benefici possano considerarsi efficaci è necessario impegnare al caldo un minimo di 1,5 ore al dì con una qualche forma di esercizio fisico su base prevalentemente aerobica per 8-14 giorni(17). Aumentando nei giorni l'intensità secondo tolleranza individuale e mantenendo nel tempo un'esposizione al caldo di almeno 1,5-2 ore (suddivisibili in 1+1 ora) al giorno si ottimizza la tolleranza psico-fisica e si evitano decrementi dell'adattamento al clima che, rimanendo confinati in ambienti temperati, tenderebbe ad esaurirsi già dopo 1-4 settimane(8,27).

### **Esposizione UV**

L'OMS ha introdotto l'indice UVI come strumento informativo-educativo alla popolazione per tentare di frenare l'aumento dell'incidenza dei tumori della pelle per cui i raggi ultravioletti sono il principale fattore di rischio ambientale soprattutto nei soggetti con i fototipi cutanei più sensibili(3). Nonostante le campagne d'informazione, annualmente solo il circa 30% delle persone attua comportamenti contro gli effetti acuti e cronici della radiazione UV(28), spesso ignorando le raccomandazioni a fronte di interessi estetici o misinterpretati benefici biologici.

### **Benefici diretti dei raggi UV**

I raggi UV sono importanti per la produzione endogena della vitamina D che, accanto ai noti effetti sul metabolismo osseo, sta ultimamente prospettando un ruolo non ancora ben definito in numerose altre condizioni di natura immunologica, cardiovascolare, metabolica e neoplastica(29). Calcolando l'effetto dei raggi UV in situazioni di massima efficacia nelle ore centrali di un giorno d'estate sul 25% della superficie cutanea per un fototipo III, sono sufficienti meno di 8 minuti di esposizione per ottenere il valore giornaliero di riferimento di 400 UI individuato dalla Food and Drug Administration nella Food Labeling Guide dell'ottobre 2009(30). Tuttavia, per raggiungere livelli sufficientemente protettivi contro le fratture dell'anca e delle ossa non vertebrali sono necessari almeno 800UI/die di vitamina D(31), per cui la fonte alimentare di questo nutriente in forma di supplementi o cibi naturali è considerata il modo più prudente di incrementarne le riserve(30).

### **Danni diretti dei raggi UV**

Le reazioni biologiche all'esposizione acuta ai raggi UV richiedono in media 3-4 ore prima di manifestarsi clinicamente quando sono sufficienti meno di 30 minuti per pelli medio-chiare ad un UVI di 8-10 per indurre l'eritema, rendendo così più difficile accorgersi di un pericolo i cui sintomi appaiono a danno ormai subito(32,33). In ambito militare assicurare un'adeguata protezione dalle UVP è una questione che riguarda nell'immediato la conservazione dell'operatività tattica soprattutto in territori ostili. In base alla gravità del danno l'efficienza individuale potrebbe infatti essere compromessa anche fino a 48 ore nel caso della fotocheratite non compli-

cata(34). I provvedimenti preventivi riguardano però anche problematiche per la salute nel lungo termine e sono in particolare rivolti a limitare l'insorgenza dei tumori della pelle nel loro complesso. Ad esempio, sebbene la prevalenza del melanoma nei veterani statunitensi sia sovrapponibile a quello della popolazione generale(35), ci sono forti preoccupazioni sul progressivo aumento d'incidenza di questo tipo di tumore iniziato negli anni '70(36).

### **Prevenzione**

Dato che la radiazione solare sulla superficie terrestre è un fenomeno naturale, in campo occupazionale non esiste al momento un consensus tra gli esperti sui limiti d'esposizione per i lavori all'aperto. Generalmente vengono citate le Linee Guida 2004 della International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) che stabiliscono dei limiti soglia apparentemente bassi per i raggi UV ma che sono difficilmente raggiungibili nella realtà delle operazioni all'aperto in climi caldi; ad esempio come riscontrato per la cornea tali limiti sono raggiunti solo in condizioni estreme dopo molte ore di permanenza nel deserto senza protezioni(37). Analogamente a quanto accade per la prevenzione pubblica in ambito ricreativo, l'ICNIRP in collaborazione con la WHO e la International Labour Organization (ILO) suggerisce come l'informazione e l'addestramento del lavoratore siano le azioni preventive più importanti assieme al corretto utilizzo di mezzi protettivi quali indumenti, copricapo, creme schermanti e occhiali filtranti anche in funzione dell'UVI rilevato(38). L'uniforme operativa del militare completata con occhiali anti-UV prevede già una copertura quasi totale dalla radiazione solare diretta, pertanto la



problematica è in questo caso limitata alle piccole zone di cute scoperte che possono essere spalmate ogni 2 ore con crema solare o stick labiale ad alta protezione (indice 30+). Nell'esperienza in Sarissa e OUP infatti le UVP, pur essendo state più frequenti delle PSTS, sono state legate prevalentemente ad attività in ambito logistico e ginnico-sportivo piuttosto che tattico-operativo. Le occupazioni interno campo possono essere svolte in modo da evitare la permanenza sotto il sole le 2 ore prima e dopo il mezzogiorno solare, in ogni caso preferibilmente all'ombra e con occhiali filtranti, indossando copricapo con visiera e spalmando ogni 2 ore creme solari ad alta protezione sulle zone di cute scoperte(38). Tali provvedimenti sono particolarmente importanti in caso di UVI > 3 e nei soggetti con carnagione chiara o fenotipo cutaneo sensibile(3).

## Conclusioni

Nell'esperienza diretta, gli interventi informativi assieme all'addestramento già di base posseduto dal personale nazionale e NATO hanno contribuito a non determinare casi di PSTS o UVP temporaneamente invalidanti durante lo svolgimento delle operazioni militari. La stessa attenzione dovrebbe essere estesa anche alle attività ginnico-sportive e di supporto logistico.

Per ragioni verosimilmente legate alla latenza dei sintomi dall'esposizione e la scarsa sensibilità al problema, sono state registrate un numero maggiore di problematiche acute legate all'esposizione UV piuttosto che allo stress termico.

Il monitoraggio ambientale del WBGT e UVI è stato importante per individuare i momenti di maggior rischio e sensibilizzare il personale alla

problematica dello stress termico e dell'esposizione alla radiazione ultravioletta naturale; tuttavia parte delle limitazioni consigliate in ambito civile rimangono difficilmente applicabili ad un sistema operativo in territori ostili, per cui l'ottimizzazione dell'addestramento sembra rimanere il più importante atto preventivo.

## Bibliografia

- 1. Valk PJJ, Veenstra BJ.:**  
*Military Performance and Health Monitoring in Extreme Environments.*  
NATO RTO-MP-HFM-181.
- 2. Holmer I.:**  
*Climate change and occupational heat stress: methods of assessment.*  
Global Health Action 2010;3:5719.
- 3. Joint Recommendation of WHO, WMO, UNEP, and ICNIRP. Global Solar UV Index:**  
*A Practical Guide.*  
WHO/SDE/OEH/02.2; 2002.
- 4. Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, et al.:**  
*Exertional Heat illness during Training and Competition.*  
Med Sci Sports Exerc. 2007 Mar;39(3):556-72.
- 5. Lucas R, McMichael T, Smith W, and Armstrong B.:**  
*Solar Ultraviolet Radiation: Global Burden of Disease from Solar Ultraviolet Radiation.*  
WHO 2006.
- 6. Binkley HM, Beckett J, Casa DJ, et al.:**  
*National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses.*  
J Athl Train. 2002 Jul-Sep; 37(3): 329-343.
- 7. Carter R 3rd, Chevront SN, Williams JO, et al.:**  
*Epidemiology of hospitalizations and deaths from heat illness in soldiers.*  
Med Sci Sports Exerc. 2005 Aug;37(8):1338-44.
- 8. US Department of the army and air force.**  
*Heat stress management and bat casualty management.*  
TB-MED 507/AFPAM 48-152. 3 Marzo 2003.
- 9. Nelson N, Eichna LW, Horvath SM, Shelley WB, Hatch TF.:**  
*Thermal exchanges of man at high temperatures.*  
Am J Physiol 1947;151:626-52.
- 10. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, et al.:**  
*National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for athletes.*  
J Athl Train. 2000;35:212-224.
- 11. Rowell LB.:**  
*Cardiovascular aspects of human thermoregulation.*  
Circ Res 1983;52:367-79.
- 12. Armstrong LE, Maresh CM, Gabaree CV, et al.:**  
*Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake.*  
J. Appl. Physiol. 82:2028-2035, 1997.
- 13. Mack G, Nose H, Nadel ER.:**  
*Role of cardiopulmonary baroreflexes during dynamic exercise.*  
J Appl Physiol. 1988;65:1827-1832.
- 14. Kjellstrom T.:**  
*Climate change, heat exposure and labour productivity. Proc. ISEE 2000, 12th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Buffalo, USA, August.*  
Epidemiology 2000; 11: S144.
- 15. Kark JA, Burr PQ, Wenger CB, et al.:**  
*Exertional heat stress in Marine Corps recruit training.*  
Aviat Space Environ Med. 67(4):354-360;1996.
- 16. Armstrong LE, Epstein Y, Greenleaf JE, et al.:**  
*American College of Sports Medicine position stand. Heat and cold illnesses during distance running.*  
Med Sci Sports Exerc 1996;28:i-x.



- 17. Carter R, Cheuvront SN, Sawka MN.:**  
*Heat related illnesses.*  
Sports Sci Exch 2006;19:1-8.
- 18. R, Maté J, Brearley MB et al.:**  
*Ice slurry ingestion increases core temperature capacity and running time in the heat.*  
Med Sci Sports Exerc. 2010 Apr;42(4):717-25.
- 19. Sawka MN, Burke ML, Eichner ER, et al.:**  
*American College of Sports Medicine. Position Stand on Exercise and fluid replacement.*  
Med. Sci. Sports Exerc. 12:377-390, 2007.
- 20. Montain SJ, Cheuvront SN, and Sawka MN.:**  
*Exercise associated hyponatremia: quantitative analysis for understand the aetiology.*  
Br. J. Sports Med. 40:98-106, 2006.
- 21. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.**  
TLV/BEI resources.  
<http://www.acgih.org/tlv/> - 12/08/2012.
- 22. Kenefick RW, Sawka MN.:**  
*Hydration at the Work Site.*  
J Am Coll Nutr. 2007;26(5):597S-603S.
- 23. Shapiro Y, Pandolf KB, Goldman RF.:**  
*Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing.*  
Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1982;48:83-96.
- 24. Tilley RI, Standerwick JM, Long GJ.:**  
*Ability of the Wet Bulb Globe Temperature Index to predict heat stress in men wearing NBC protective clothing.*  
Mil Med. 1987;152:554-556.
- 25. Kulka J, Kenney WL:**  
*Heat Balance Limits in Football Uniforms: How Different Uniform Ensembles Alter the Equation.*  
Phys Sportsmed 2002; 30(7):29-39.
- 26. NATO JADL Pre-Deployment Briefing ADL 104 ISAF BASIC - 03/05/2012.**
- 27. Tipton CM.:**  
*ACSM's Advanced Exercise Physiology.*  
2006;29:547.
- 28. Buller DB, Cokkinides V, Hall HI, et al.:**  
*Prevalence of sunburn, sun protection, and indoor tanning behaviors among Americans: review from national surveys and case studies of 3 states.*  
J Am Acad Dermatol. 2011 Nov;65(5 Suppl 1):S114-23.
- 29. Rosen CJ, Adams JS, Bikle DD, et al.:**  
*The nonskeletal effects of vitamin D: an endocrine society scientific statement.*  
Endocr Rev. 2012 Jun;33(3):456-92.
- 30. Terushkin V, Bender A, Psaty EL, et al.:**  
*Estimated equivalency of vitamin D production from natural sun exposure versus oral vitamin D supplementation across seasons at two US latitudes.*  
J Am Acad Dermatol. 2010 Jun;62(6):929.e1-9.
- 31. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Orav EJ, et al.:**  
*A pooled analysis of vitamin D dose requirements for fracture prevention.*  
N Engl J Med. 2012 Jul 5;367(1):40-9.
- 32. Gilchrest BA, Soter NA, Stoff JS, Mihm MC Jr.:**  
*The human sunburn reaction: histologic and biochemical studies.*  
J Am Acad Dermatol. 1981 Oct;5(4):411-22.
- 33. US National Weather Center .**  
*UV Index: Minutes to Skin Damage (grafico del 14/01/2007).*  
<http://www.erh.noaa.gov/ilm/beach/uv/mintoburn.shtml> - 13/08/2012.
- 34. Young AR.:**  
*Acute effects of UVR on human eyes and skin.*  
Prog Biophys Mol Biol. 2006 Sep;92(1):80-5.
- 35. Zullig LL, Jackson GL, Dorn RA, et al.:**  
*Cancer incidence among patients of the U.S. Veterans Affairs Health Care System.*  
Mil Med. 2012 Jun;177(6):693-701.
- 36. Dennis LK.:**  
*Analysis of the melanoma epidemic, both apparent and real: data from the 1973 through 1994 surveillance, epidemiology, and end results program registry.*  
Arch Dermatol. 1999 Mar;135(3):275-80.
- 37. Sliney DH.:**  
*Standards for use of visible and nonvisible radiation on the eye.*  
Am J Optom Physiol Opt 60(4): 278-86; 1983.
- 38. Vecchia P, Hietanen M, Stuck BE, van Deventer E, and Niu S.:**  
*Protecting Workers from Ultraviolet Radiation.*  
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; 14/2007.
- 39. USARIEM.:**  
*Ranger and Airborne School Students Heat Acclimatization Guide.*  
US Army CHPPM 2003;  
<http://www.usariem.army.mil/pages/download/heatacclimatizationguide.pdf> - 02/06/2012.

# Hot environments, solar UV radiation and Military Operations

Jacopo Frassini \*

## Aim

The aim of the present paper was to monitor heat stress index - Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) - and UV Index (UVI) during NATO operation “Sarissa” in Afghanistan (Summer 2012) and to analyze the incidence of pathologies related to heat/sun exposure in the military deployed. Results were confronted with monitoring data collected during NATO operation Unified Protector (OUP) in Italy. The present paper also investigates how other Allied Armed Forces, international institutions and national organizations face this topic.

## Methods and Procedure

As for “Sarissa” operation in Afghanistan WBGT and UVI data were collected from 25th June to 25th August 2012. As for operation OUP – carried out in military facility of Poggio Renatico, Ferrara - WBGT and UVI data were collected in the same period of 2011. **Chart 1** shows the main features of the two operations.

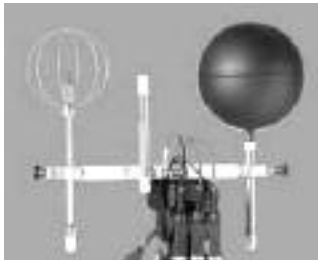
Parameters: WBGT is an index composed of three temperatures expressed in Celsius or Fahrenheit degrees according to definition showed in **picture 1**. The UV Index – introduced in the 90’ by WHO (**Pic. 2**) - is a dimensionless value defined by the International Commission on Illumination as the integral over the spectral UV irradiance on a horizontal plane weighted with the erythemal (sunburn effective) action spectrum of the human skin.

**Chart 1 - Main features of the two operations during which data were taken.**

Feature	“Sarissa”	OUP
Location	Farah province (Afghanistan)	Ferrara province (Italy)
Latitude	32°22’0” N	44°46’0” N
Altitude	400 mt	10 mt
Type of environment	desert	fields
Location of operational activity	outdoor (territory and vehicles)	indoor (shelters and buildings)

$WBGT = 0.7 T_{nwb} + 0.2 T_g + 0.1 T_{db}$

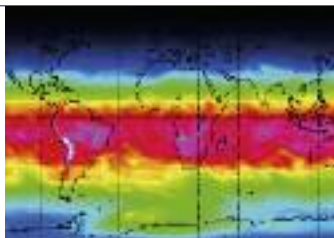
$T_{nwb}$  = natural wet-bulb temperature  
 $T_{db}$  = dry-bulb temperature  
 $T_g$  = globe temperature



**Pic. 1** - ISO 7243:1989 definition of outdoor Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) and equipment for measurement.

$$I_{UV} = k_{er} \cdot \int_{250}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda$$

$K_{er}$  = 40 m<sup>2</sup>/Watt  
 $E_{\lambda}$  = value of Solar Spectral Irradiance (W/m<sup>2</sup> nm)  
 $S_{er}$  = effectiveness factor (250-400 nm)



**Pic. 2** - ISO 17166:1999/CIE S007-1998 calculation of UV Index and solar UV radiation on hearth.

\* Italian Air Force Lieutenant - Medical Corps - Joint Special Forces Task Group - Task Force 45 (Afghanistan) - Role 1 MTF



### Environmental Measurement

Environmental measurements were conducted through personal equipment and methods described in **chart 2**. During OUP, whether station WMR200 with UV UVN800 sensor (Oregon Scientific) was used just like in previous researches on extreme environment monitoring in NATO operations (1). WBGT index was then calculated by putting single weather data into the Australian Bureau of Meteorology conversion chart (<http://www.bom.gov.au> -03/06/2012). As for “Sarissa” operation, WBGT HT30 and UV EB612 were preferred: these are portable, more manageable equipment and – considering costs – quite reliable (2) (**Pic. 3** - *Equipment used in “Sarissa” operation (left) and in Unified Protector operation (right) for WBGT and UVI measurement.*). In this case WBGT index was automatically calculated by HT30; the value considered was the most stable one in a range of 30 seconds from the reaching of equipment’s thermal equilibrium. Thermal equilibrium was defined for index variation  $\leq 0.3^{\circ}\text{C}$ . In both measurements WBGT sensors were placed at 1.5 m from the ground in an open space during the entire survey period. UVI sensors were activated for a time interval of 30 min. including solar

zenith (12:00-12:30 Farah and 13:00-13:30 Ferrara, identified through NOAA solar calculator online: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc>); 7 serial reading were obtained in a range of 5-8 minutes, the first lower and the last higher values were excluded; arithmetic mean was calculated rounding up to integer (3). Mean values are expressed with  $\pm$  SD; as for “Sarissa” operation, they are calculated on the all 62 days of period (25 June – 25 August 2012), as for OUP operation, values refer to 35 working days of the same two-month period in 2011.

### Pathologies monitored:

Exertional Heat Illness (EHI) is a spectrum of conditions due to environmental heat exposure during physical activity which causes dehydration and/or increase in body temperature to the point that an individual is not able to continue activity. Following the traditional classification by the American College of Sports Medicine (4) they are grouped into 3 main categories: heat exhaustion, heat stroke and heat cramps. Among the UV-related pathologies (UVP) the following conditions have been included: skin pathologies (photo-

dermatitis, solar erythema/burn, photosensitivity reactions induced by drugs); eye pathologies (keratoconjunctivitis photoelectrica, solar retinopathy); immune deficit resulting from UV-radiation exposure (labial herpes) (5). Both the EHI and UVP considered required medical attention and/or produced temporary operational limitation on patient.

### Personnel:

As for “Sarissa” operation, survey sample was made up of military Italian males with an optimal level of fitness; compared to OUP personnel, “Sarissa” personnel was approx. one quarter of force deployed and with an age range in average lower. Operational units of both operations were supported by ROLE 1 led by Italian personnel. OUP personnel were made up of individuals coming from different geographical regions, various lengths of deployment and level of fitness.

### Information

In OUP operation – considering that activity was conducted mainly indoor in air-conditioned environments – the local Italian Air Force Medical Service posted

**Chart 2 - Features of the equipment used and main meteorological data.**

	Sarissa	OUP
WBGT (model – brand)	HT30 – Extech Instruments	WMR200 – Oregon Scientific
UVI (model – brand)	EB612 – Oregon Scientific	UVN800 – Oregon Scientific
Nr. of measurements (range)	UV: 7/day WBGT: 7-29 / day	UVI: 7/day WBGT: 2-4/day
Day time (range)	UVI: 12:00-12:30 WBGT: 07:30 – 18:30	UVI: 13:00 – 13:30 WBGT: 11:30 – 15:30
Measurement’s days	Every day (Tot. 62)	Workdays (Tot. 35)
Type of reading	Manual (WBGT and UVI)	Manual (WBGT and UVI)
Measurement of peak value	Automatico per WBGT e UVI Automatic (WBGT and UVI)	UVI: automatic WBGT: according to Australian Bureau of Meteorology chart

up on the notice board a time table. The time table showed WBGT index hours exceeding 28°C discouraging physical activity outdoor at those hours. In the same way, when necessary, time schedule and limitations to outdoor military exercises were posted up on the Order of the Day. In “Sarissa” operation instead, prevention information about EHI and UVP was given to personnel through dedicated briefings (**Chart 3**).

### Results

In 2012 (“Sarissa” operation) total collected data were 732 for WBGT and 434 for UVI. In 2011 (OUP operation) total collected data were 98 for WBGT and 245 for UVI. 25 June – 25 August average value was: max. daily WBGT 31.6±1.2°C (Sarissa) and 33.2±3.9°C (UOP); UVI 8.3±0.7 (Sarissa) and 6.4±1.4 (OUP). Average day-time WBGT (07:30-

18:30) was calculated only in “Sarissa” operation, it was 29.4±2.0°C with max. peak of 33.8°C reached on 20 August at 13:15 and 11 July at 13:30. In average, approx.7 hours a day reached WBGT values higher than 28°C which is commonly considered the warning threshold for EHI black code (6). In the 62 days of survey only in 2.8% of time WBGT level reached black code category or very-high risk of EHI (**Chart 4**).

**Chart 3 – Guidance supplied to personnel about acclimation, hydration, physical activity in the heat and UV radiation protection (synthesis form various authors) (3,4,6,10,17,38,39).**

Acclimation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. At arrival reduce of at least halve intensity/duration of physical exertion normally performed at home by dividing exercise into rest-activity cycles.</li> <li>2. Set a flexible physical training individual program with gradual increasing intensity for the first 6-14 days.</li> <li>3. Schedule 100 min/day of exertion (mainly aerobic) stimulating perspiration; initially in the cooler hours of the day (WBGT &gt; 25°C), later according to individual endurance in hotter hours but avoiding WBGT &gt; 28°C conditions.</li> <li>4. During acclimation, and after it, in high risk conditions training should be performed together with another individual for mutual monitoring.</li> </ol>
Acclimatized	<p>Once it is possible to easily perform continuous physical training for 100 min. in the heat for 7-14 days:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tend to increase (if necessary) intensity/duration in order to simulate exertion in real operational conditions.</li> <li>2. Gradually increase exposure to heat alternating a day of training in the heat with a day of training during cooler hours.</li> <li>3. Respect rest-activity cycles showed in chart 4 when performing training wearing sport outfit (shorts, T-shirt, running shoes).</li> <li>4. Do not perform plannable or deferrable physical activity if WBGT &gt; 32°C.</li> </ol>
Hydration	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. During acclimation salts and fluid loss are increased.</li> <li>2. Drink water mainly during meals or, if necessary, take isotonic drinks before exertion to facilitate salts reintegration maintaining pale urine.</li> <li>3. Supplementation: check body weight before and after training wearing no T-shirt. Difference in weight measurements is the quantity of lost fluid. For optimal rehydration take 25-50% of fluids in addition to lost fluid after 4-6 hours.</li> </ol>
Preparation to real operations	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gradually reduce intensity and duration of training.</li> <li>2. Perform training during the less hot hours of the day.</li> <li>3. Respect rest-activity cycles according to thermal risk category.</li> <li>4. Assure adequate night's sleep.</li> <li>5. Avoid high-intensity physical activity 8-12 hours before operation and stay in conditions of thermal comfort.</li> </ol>
UV protection	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use protective outfit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Long-sleeves shirt and long trousers</li> <li>• Peaked cap</li> <li>• UV filtering glasses</li> </ul> </li> <li>2. Apply sunscreen and sun lipstick every 2 hours on uncovered skin (SPF +30).</li> <li>3. Schedule activity so to avoid remaining under direct sun between 10:30 and 15:30.</li> <li>4. If UVI &gt; 3 remain in the shade as long as possible.</li> </ol>



**Chart 4 – Average day time spent in risk category (last column) according to 25 June – 25 August measurements in Farah (Afghanistan). The first columns show recommendations used by sport and military organizations for acclimatized, physically fit individuals wearing lightweight clothing. ACSM (American College of Sports Medicine); NATA (National Athletic Trainers Association), ComKaf Kandahar (Kandahar Airfield NATO Base – Afghanistan). Original charts in °F were converted into °C rounding values up to integer closer to thermal category in °C chart.**

WBGT (°C)	ACSM <sup>4</sup>		NATA <sup>6</sup>	TB-MED 507 <sup>8</sup> (1) Moderate-intensity; (2) High-intensity		ComKaf Kandahar		Farah time % (24h) in risk category
	Competition	Training		Rest/activity cycle	Water intake	Rest/activity cycle	Minimum water intake	
< 18	Usually non-dangerous. Isolated cases of PSTS can arise	Normal activity	Low risk but possible for predisposed individuals					63,4%
18-22,5								
22,5-25	Increased risk for all athletes	Normal activity with controlled hydration	Not-negligible PSTS risk. High risk subjects should not compete.					
25-27	High risk for not acclimatized athletes or not physically fit individuals							
27-28		Cautiously plan intense/prolonged activity		NL <sup>(1)</sup> 40/20 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> 1 L <sup>(2)</sup>	50/10	500ml	14,2%
28-29,2								
29,3-30	Cancel competition	Limit exercise intensity and exposure to heat/humidity		40/20 <sup>(1)</sup> 30/30 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> 1 L <sup>(2)</sup>	45/15	1L	14%
30-31				30/30 <sup>(1)</sup> 20/40 <sup>(2)</sup>	750 ml <sup>(1)</sup> 1 L <sup>(2)</sup>	30/30	1,5L	5,6%
31-32								
>32		Cancel training		20/40 <sup>(1)</sup>	1L <sup>(1)</sup> 2L <sup>(2)</sup>	20/40	>2lt	2,8%

**Pic. 4** (Mean ± SD of WBGT time values measured in “Sarissa” and thermal risk categories considered by Kandahar Allied Base ([www.kdab.afcent.af.mil/comkaf/index.asp](http://www.kdab.afcent.af.mil/comkaf/index.asp) al 04/08/2012) shows that Afghan desert climate produced quite predictable time-weighted average WBGT values. In Pic. 4 risk categories used in Kandahar Allied

Base have been applied to highlight how prolonged outdoor activities – even low-intensity activity – without proper rest period and re-hydration should be discouraged between 11:30 and 15:30. In addition, in such time slot, the UV radiation level reached a peak for which further protection measures are required.

Max. WBGT value (**Pic. 5** - Max. WBGT value and UVI trend from 25 June – 25 August in Sarissa (2012) and OUP (2011). Red line gaps are due to lack of measurements in non-working days) in “Sarissa” operation in 77% of cases was recorded between 13:15 and 14:15 (average hour 13:42); it tended to remain



stable for 90-100 minutes before to decrease. Max. WBGT value in OUP operation in two thirds of cases was recorded between 14:00 and 15:30. Such difference in time is because solar noon in Afghanistan occurs almost one hour before Italy. Different climate dynamics could have partially influenced WBGT calculation, i.e. humidity variation in Italy and solar radiation in Afghanistan. Humidity in Ferrara, indeed, was significantly higher than in Farah with an average humidity value at max. WBGT of 44.6% compared to 4.2% in Afghanistan ( $P < 0.001$ ). Even though, during survey period, max. temperature values in Farah were definitely higher (average 46.7°C vs. 32.8°C) with black globe temperature between 58°-72°C at WBGT peak, in Ferrara max. WBGT values were much higher than in Afghanistan (33.2°C vs. 31.6°C); this demonstrates how this index is more sensitive to relative humidity variation than to environment or radiation temperature. Some meteorological

services on the web (e.g. <http://www.meteovista.co.uk> and <http://www.weatheronline.co.uk>) give daily UVI forecast both of Italy and Afghanistan. Values published on the website were usually 2 units higher than ground measurements. Nevertheless this data were not comparable as forecast is made through methods, models and types of data different from direct environmental measurement. As for Farah, 85% of UVI measurements were “red”-“purple” code - following the Global UV classification of WHO - for which is considered the higher level of protection. In Ferrara, instead, thanks also to variable cloud cover, percentage of “red”-“purple” days was lower, i.e. 12% (**Chart 5** - Max. UVI daily value reached, protection recommended by WHO when UVI reaches the value on the first column and percentage of days in which UVI reached max. value in the corresponding risk category from 25 June – 25 August 2012 (Farah) and 2011 - Ferrara).

EHI and UVP (**Chart 6**) sporadically occurred and were not connected to particularly high-risk conditions. The only case of heat exhaustion – rapidly recovered after rehydration – occurred in OUP operation to a NATO military Nordic male while performing daily aerobic physical activity in the early morning. In OUP operation two cases of severe solar erythema received medical attention: these manifested on the uncovered skin of two light-skinned military male (not Italians) who have been exposed to sun without protection for duty reasons; furthermore, one case of labial herpes occurred to a female military. In “Sarissa” operation no EHI occurred during survey time, while 5 cases of UVP occurred: one erythema and two cases of conjunctivitis occurred to military having logistics assignments; one case of conjunctivitis and one case of labial herpes manifested in military with operational assignment at arrival in theatre.

**Chart 6 - Number of cases of EHI (Exertional Heat Illness) and UVP (UV-related pathologies).**

	Condition	OUP	Sarissa	TOTAL		
				Operational field	Logistical field	TOT
EHI	Heat exhaustion	1	0	0	1	1
	Heat stroke	0	0	0	0	0
	Heat cramps	0	0	0	0	0
	TOT	1	0	0	1	1
UPV	Solar erythema	2	1	0	3	3
	keratoconjunctivitis photoelectrica	0	3	1	2	3
	Labial herpes	1	1	1	1	2
	TOT	3	5	2	6	8



## Discussion

### *State of facts*

The first studies about WBGT index application to military go back to the 50' when British, American and Israeli Armed Forces started to face the not negligible question of hyperthermia mortality and morbidity among troops deployed in extreme environment (especially if not properly acclimatized). American troops during Vietnam War, for example, had an EHI incidence of 5.4/1,000 in summer months. From 1980 to 2002 US Army personnel reported 5,246 hospitalizations due to hyperthermia pathologies (in average 238 cases per year), among these 37 military died showing an increasing trend from 1.8/100,000 in 1980 to 14.5/100,000 in 2001 (7). After a number of preventative measures, in 2003 US Army and US Air Force released a common directive - TB-MED 507 of 03/03/2003 – concerning heat stress control and EHI treatment (8); the directive shows how the knowledge of individual and group level actions on the basis of WBGT are critical to the protection of military health and the preservation of psychophysical efficiency. Some studies recently published permit to reliably determine WBGT from weather station data (2), so further simplifying measurement. Nowadays, indeed, the use of WBGT to assess personnel exposure to heat is widespread into occupational, military and sport fields being recognized as international standard (ISO 7243:1989).

### *Thermoregulation*

Human body exchanges heat with the environment through 4 mechanisms: 1. Conductive transfer (direct contact between two bodies at different tempe-

ratures); 2. Convective transfer (air movement from a warmer zone to a cooler zone); 3. Radiative transfer (infrared radiation emission); 4. Evaporative heat loss (loss of heat through passage of water from liquid into vapour state). The efficiency to maintain inner body temperature constantly around 37°C depends from both body capacity to lose heat and environmental capacity to receive heat. WBGT index can summarize in one figure climate conditions which determine the four difference heat exchange mechanisms (Pic. 1); environmental temperature and air humidity are the two major components of heat stress for the body (4, 6). At environmental temperature higher than 37°C, body heat loss must occur through an active process to avoid the body reaches passive thermal equilibrium. This happens via evaporation of sweat: for every 1.7 ml of evaporated sweat the body loses 1 kcal of thermal energy, this mechanism is mostly efficient in dry environment where it can lose approx. 600 kcal/hour (9). Nevertheless, the higher air humidity the lower body mechanism is effective: in hot and dry conditions perspiration is responsible for 98% of loss of heat through skin; in hot and humid conditions it is limited up to 80% (10). During physical exertion heat production from muscle metabolism increases (even 15-20 times more than under basal conditions), perspiration is then a physiologic response critical to heat loss in hot environments; every alteration of this mechanism (e.g. dehydration, high level of environmental humidity) has strong repercussion both on physical performance and on thermoregulation. During prolonged physical activity in hot environment three important hemodynamic responses arise and become more

marked as environmental temperature and exertion increase: cutaneous and muscular vasodilation, visceral vasoconstriction and stable arterial pressure. In thermoregulation blood acts as cooling fluid, exchanging heat from metabolically active skeletal muscles to skin which loses heat to the environment. In order to guarantee thermoregulation, hypothalamic vasomotor centres can increase blood flow to skin up to 8 litres per minute and cardiac output up to 20 litres per minutes (11). Volume of circulating blood gradually decreases because of fluid loss through sweating, to avoid drop in cardiac output, central venous pressure and diastolic filling it is necessary to maintain an adequate hemodynamic volume. When body weight decreases below 3-5% due to fluid loss, perspiration and blood flow to skin start to significantly reduce (12). Reduction of venous return stimulates cardiopulmonary baroreceptors which, through medullary cardiovascular centres, produce muscular and/or cutaneous vasoconstriction in contrast with the previously induced vasodilation (13). Finally, preservation of cardiac output and central pressure prevails over blood flow to skin (thermoregulation) and muscles (performance) with a consequent decrement of physical performance and exposure to hyperthermia risk.

### *Physical activity in the heat*

Studies on athletes demonstrated that, in physical exertion, as heat stress and/or relative humidity and/or dehydration increases performance decreases to the point that – compared to conditions of thermal comfort - it is necessary to reduce exertion intensity or duration in order to complete it (4, 6, 8). The more environmental tempe-

perature exceeds 20°C the earlier physical exhaustion occurs, indeed. In the same way, it was highlighted that workers acclimatized to heat wearing lightweight clothing can maintain optimal working performance up to WBGT values of 29°C for office work and 26°C for physically demanding jobs; in both categories an increase of 4°C of WBGT produces a linear decrement of 80% in working performance (14). In military training, EHI risk increases gradually from WBGT values of 18.3°C, initially during prolonged high-intensity aerobic exercise (e.g. running) and after more consecutive days of exposure to heat (15). Such risk becomes high when WBGT exceeds 28°C, even if it is not negligible also for WBGT values below 25°C in healthy individuals both athletes and military. It tends to be higher in the following cases: predisposed individuals (**Chart 7**), poorly acclimatized, bearing heavy gear (helmet, body armour, poorly transpiring uniforms, etc.), dehydrated, obese, with low physical efficiency level, malnourished or debilitated (diarrhea, vomiting, fever, respiratory viral infection, etc.), under the

effect of caffeine, alcohol, diuretics, thermogenics, etc., which can alter hydro-saline equilibrium and/or thermoregulation (4, 6, 17).

#### **Dehydration in hot climate**

The decrease of 4% of body weight due to fluid loss during prolonged aerobic activity produce a drop of approx. 50% of physical performance in hot climate environment and approx. 30% in temperate climate compared to basal conditions; decrease of cognitive capacity (reactivity, reasoning, short-term memory) can occur also at lower level of dehydration (8). Therefore heat and dehydration affect performance much more if they are combined together. To limit this phenomenon different solutions have been tried; among the most effective there is the ingestion of ice slurry before submaximal prolonged exercise in order to increase core temperature capacity and performance in the heat (18). Nevertheless, also a simple but adequate hydration before and during exercise reduces inner temperature raise rate, increases endurance to aerobic

submaximal prolonged exercise in the heat and reduces heat illness risk and related damages (4, 6, 8, 10, 17, 19). It has been calculated that the water intake of military operational units engaged in camp activity (energy expenditure: 2,500-4,500 Kcal/day) at average daily WBGT of 27°C is from 5 litres (2,500 kcal/day) to 10 litres (4,500 kcal/day); water intake for elite units deployed in real operation in extreme environment (desert climate) is 12-16 litres (energy expenditure > 5,500 kcal/day; WBGT > 28°C) (8). Thirst stimulus is not a reliable system for performance preservation as it usually arises for fluid loss above 2% of body weight and, at such dehydration level, aerobic performance could already be compromised especially in extreme environments (10, 19). Chart 4 from TB-MED 507 is a water intake reference for operational units; it shows average intake according to thermal risk category, level of performance for 4 hours and activity/rest cycle. Nevertheless, fluid loss through perspiration during prolonged physical activity varies among individuals: in average from 0.4-0.5 l/hour to 2-2.5 l/hour according to

**Chart 7 – main factors influencing EHI risk.**

Major EHI risk	Minor EHI risk
Poor acclimation	gradual increase in training
Older age	good fitness level
Use of drugs/alcohol/caffeine/thermogenics	appropriate hydration
Obesity	normal night's sleep
Sunstroke	appropriate diet
Higher intensity of exertion	rest-activity cycles during training
Longer duration of exertion	absence of diseases (fever, cold, diarrhea, etc.)
Previously victim of heatstroke	lightweight/transpiring clothing



type of exercise and environmental conditions; it is therefore difficult beforehand to calculate a proper fluid replacement rate (19). It is thus critical to hydrate the body several hours before (8-12 hours) starting operation in the heat with adequate water intake during meals, avoid physical exertion and stay in condition of thermal comfort (15, 19). In sport there are several biometrics and biohumoral systems to control hydration during training or before a competition; in the military the most useful method has been: control urine colour being pale yellow colour and periodic body weight check (without clothing) at awakening, before and after training (8, 10, 19).

### **Hyperhydration**

Hyperhydration before, after or during exertion is discouraged as it could produce an excessive loss of mineral salts through colourless urine especially if associated to physical activity above 2-4 hours/day and use of hypotonic drinks (20). In order to avoid dilutional hyponatremia, operational units should replace salts loss according to their needs. Acclimatized soldiers, regularly employed in prolonged physical activities (energy expenditure: 4,500-5,500 kcal/day) in hot climate environment with average WBGT of 27°C require up to 11 grams of Sodium to replace salts loss, whilst military having office duties and moderately active (2,500 kcal/day) require approx. 2-4 grams per day (8). Considering guidelines released by the National Research Institute for Food and Nutrition in 2003, the daily Sodium intake of an average Italian is 4 grams through normal diet, saline supplement are suggested only for selected groups or during particular activity in the heat.

### **Rest/activity cycle in the heat**

A demanding physical activity in extreme environment requires adaptive strategies such as reduction of exertion intensity and/or duration (4, 6, 17). In occupational field, reduction of total duration of work is indicated through more rest/activity cycles according to fixed thermal risk categories and physical exertion (21); the aim is to preserve production quality in safety. A homogeneous organization of work on the base of rest/activity cycles allows slowing down heat production from muscle metabolism, to reduce cardiovascular stress, to improve heat loss and rehydrate body through frequent water intake (22). US Army have adopted a similar strategy; among the main protection actions from heat stress there are: rest/activity cycles according to thermal risk and exertion intensity (these indications apply to exercise situation, in other words when is possible to plan exposure heat and rest in the shade wearing lightweight clothing) (8).

### **Gear**

Because of operational and defensive needs the military must bear gear which limits natural capacity of heat loss (body armour, helmet, NBC suit, etc.) and increases EHI risk (23). WBGT index monitoring has been a useful tool to limit the risk of severe hyperthermia damages to Marines recruits (24). For example, TB-MED 507 states that +3 factor must be added to WBGT index in case of body armour worn in hot-humid environment, up to +12 in case of NBC suit. Therefore, body armour worn on desert camouflage uniform raises thermal stress level of 1-2 categories compared to an operation in the same climate condi-

tions but without protective gear (e.g. from “green” to “yellow” or “red” colour code); this would significantly affect rest/activity cycles and water intake (Chart 4). Similar findings resulted from survey on American football players: their susceptibility to dangerous inner temperature raise was higher wearing complete uniform ensemble than wearing lightweight training uniform, and much higher compared to classical running suit – t-shirt and shorts (25).

### **Acclimation**

It is an adaptive process of the body to new climate conditions allowing it to maintain performance across a range of environmental conditions and reduce susceptibility to EHI. Acclimation is critical to preserve operational psychophysical performance and, at the same time, to protect health (4, 6, 8, 17). Acclimation time usually varies according to a number of variables (difference between climate of departing and of arrival, general physical condition, age, fitness level, etc.); according to NATO most recent information for personnel deployed to Afghanistan it can range from 14 to 21 days (26). Nevertheless, in most part of individuals (healthy and with a good level of fitness before deployment) acclimation, both to hot-humid climate and to hot-dry climate, is (gradually) reached in 1-3 weeks of exposure; most part of physiological adaptive mechanisms are developed in the first 6-14 days (4, 6, 17). The repeated and gradual exposure to inner temperature raise through physical activity in the heat produces changes at different levels, i.e. cellular (heat-shock proteins), cardiocirculatory (increase of plasma volume, more efficient regulation of microvascular resistance, etc.)

and neuroendocrine (reduced basal metabolism, more rapid response to heat, more effective perspiration, rectal temperature lower during exertion, etc.); these changes (without significant difference between hot-humid and hot-dry climate in terms of adaptive response) are responsible for increased endurance to exertion, comfort feeling and protection from hyperthermia organic damages (27). In order to obtain effective changes it is necessary to perform physical exercise (mainly aerobic) in the heat for a minimum of 1.5 hour/day for 8-14 days (17). Psychophysical endurance can be optimized by increasing intensity (according to individual endurance and maintaining an exposure time of at least 1.5-2 hours/day - shareable in 1+1 hour); at the same time, this allow to maintain adaptation acquired as by remaining in temperate climate environment adaptive results would tend to disappear in 1-4 weeks (8, 27).

### ***UV exposure***

WHO has introduced UV Index as information tool for the population in order to reduce skin cancer incidence – as UV rays are the main environmental risk factor, especially in more sensible skin phototypes (3). Despite information campaigns, every year only approx. 30% of people use protections against acute and chronic effects of UV radiation (28); recommendations are often ignored over aesthetic interests or misinterpreted biological benefits.

### ***Direct benefits of UV radiation***

UV radiation is important for endogen production of vitamin D. Vitamin D, beside the well known effects on bone metabolism, has lately been under survey to study its possible

effect on several immunological, cardiovascular, metabolic and neoplastic conditions (29). For example: considering exposure to UV radiation of 25% of skin of a phototype 3 in mid-day hours of summer, it is necessary an exposure time of less than 8 min. to obtain a daily value of 400 UI (Food and Drug Administration - Food Labeling Guide – October 2009) (30). Nevertheless vitamin D dose requirements for hip and nonvertebral fracture prevention are at least 800 UI/day (31); therefore, oral vitamin D supplementation (from food or supplements) is considered the most cautious way of absorption (30).

### ***Direct damages from UV radiation exposure***

Biological reaction to acute exposure to UV radiation in average require 3-4 hours before clinical manifestation, whilst for a darker white skinned subject, at UVI 8-10, 30 minutes are enough to produce erythema – to recognize the danger is therefore more difficult as symptoms appear when the damage already occurred (32, 33). In military environment to assure adequate protection from UVP in the short term is also a matter of preservation of tactical efficiency especially in hostile environments. On the basis of damage gravity, individual efficiency could be compromised also up to 48 hours in case of uncomplicated photokeratitis (34). Prevention concerns also long term protection especially to limit skin cancer onset. For example, although melanoma incidence in US veterans is comparable to general population incidence (35) there is a growing concern about the increase in incidence of this type of cancer from the 70' (36).

### ***Prevention***

As solar radiation on hearth is a natural phenomenon there is no shared consensus among experts about exposition limits to outdoor work. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) guidelines (2004) is usually considered; these fix UV radiation threshold limit; limits are apparently low but anyway difficult to reach during operation in hot climate environments. As for cornea, for example, those limits are reached only after many hours in the desert without any protection (37). Just like public prevention in recreational field, ICNIRP in cooperation with WHO and the International Labour Organization (ILO) states that information and training of workers are the most important measure of prevention together with protection tools such as clothing, hat, sunscreen and UV filtering glasses according to UVI too (38). Combat uniform and UV filtering glasses supplies an almost total protection from direct sun radiation; therefore, in this case, it only remains small uncovered skin areas which can be treated with sunscreen or sun lipstick every two hours (+30 SPF). In “Sarissa” and OUP operations indeed, UVP, even if where more frequent compared to EHI, where mainly connected to logistic or sport activity instead of operational activity. Camp activity can be performed so to avoid exposure to sun 2 hours before and 2 hours after solar noon; in any case it is suggested to fulfil duty in the shades, wearing sun filtering glasses, peaked cap, and applying high SPF sunscreen every 2 hours on uncovered skin (38). Such protection measures are particularly important in case of UVI>3 and for individuals with pale skin or sensitive skin phenotype (3).



## Conclusions

Direct experience show that information provided and training (basic training already possessed by national and NATO personnel) contributed to avoid the outbreak of cases of temporarily invalidating EHI and UVP during military operations. The same atten-

tion should be given to sport and logistic activity. Probably because of symptoms latency and poor sensitivity to the problem, the incidence of acute conditions related to UV radiation exposure was higher compared to heat stress illnesses. Environmental monitoring of WBGT and UVI was important to identify periods of higher risk

and to raise personnel awareness about heat stress and solar UV radiation exposure hazard; nevertheless, part of the limitations recommended to civilians are difficult to apply in a military operational hostile environment, therefore optimization of training remains the most important prevention strategy.

---

# Lesioni da blast: una review della letteratura partendo da un caso clinico

## Blast injuries: a literature review from a case report

Valentino De Filippis \*

Gianpaolo Giuditta °



A sinistra: esplosione controllata dagli EOD italiani di un fornello contenete UXO + IED nei pressi di Bala Mourghab. A destra: militare afghano dell'ANA coinvolto in una esplosione di IED nei pressi dell'aeroporto di Shindad nel mese di ottobre 2008. Soccorso da uno degli ufficiali medici della Task Force OMLT V. (Fotografia scattata all'interno di un VM ambulanza.)

**Riassunto** - L'obiettivo è quello di aggiornare gli ufficiali medici sulle lesioni da scoppio. L'occasione nasce da un caso clinico cui è seguita una review della letteratura. Il testo ci illustra come l'esplosione sia una reazione fisica che determina un rilascio di una quantità enorme di energia in un intervallo di tempo molto breve. Essa genera un'onda di pressione statica (onda d'urto), responsabile delle lesioni da scoppio propriamente dette. E' formata da una prima onda di pressione positiva, breve e molto ampia, seguita da un'onda di pressione negativa. Le lesioni da blast vengono classificate in: 1) Primarie, interessano gli organi con interfaccia aria-aria o aria-liquido. In questo caso si possono verificare rotture parietali (lesioni polmonari, timpaniche, del gastro-enterico, oculari). 2) Secondarie, sono quelle provocate dalla proiezione di detriti, schegge e frammenti di bomba. 3) Terziarie, sono dovute alla proiezione dell'individuo da parte del movimento d'aria provocato dall'esplosione o al crollo di strutture adiacenti. 4) Quaternarie, comprendono le ustioni chimiche o termiche, le lesioni dovute ad inalazione di sostanze tossiche, ad esposizione alle radiazioni, asfissie, intossicazioni da CO o da cianuro. Fondamentale diventa il triage. La terapia dipende dal tipo di danno. I pazienti asintomatici con RX torace negativo possono lasciare l'ospedale dopo essere rimasti sotto osservazione per 6-8h.

**Parole chiave:** esplosione, onda d'urto, classificazione lesioni, triage, terapia, periodo di osservazione

**Summary** - The target of the present paper is to update medical officers about blast injuries; from a case report to a literature review. The paper illustrates how an explosion is a physical reaction that causes a release of a big amount of energy in a very short time. An explosion generates a shock wave responsible for the outbreak of lesions. Blast injuries are classified as: 1) Primary; parietal ruptures (pulmonary lesions, tympanic lesions, gastrointestinal lesions, damage to eyes). 2) Secondary; injuries caused by debris, shrapnel, bomb fragments. 3) Tertiary; injuries caused by the displacement of body due to air movement or to the collapse of adjacent structures. 4) Quaternary; burns, injuries from inhalation of toxic substance, radiation injuries. Triage is fundamental. Therapy depends on the type of injury. Asymptomatic patients with negative chest x-ray can leave hospital after observation time of 6-8 hours.

**Key words:** explosion, shock wave, injuries' classification, triage, therapy, observation time.

\* Cap. med. - Centro Ospedaliero militare di Milano. Email: valentino.defilippis@esercito.difesa.it

° Col. med. - Centro Ospedaliero militare di Milano.

## Caso clinico

30 ottobre 2008. Shindad, Camp Tomas, Afghanistan sud-occidentale – Missione ISAF, Task force OMLT V, Kandak 1.1.

Alla tenda adibita a posto di medicazione avanzato arriva una chiamata per una esplosione nei pressi dell'aeroporto, 30 secondi prima si era sentito un forte boato. Viene riferito che un pick up dell'ANA (Afghan National Army) è esploso su un IED (improvvised explosive device) (**Fig. 1**).

Il medico assieme all'infermiere, raggiunge il punto di randes vouz dove hanno portato i coinvolti. Il luogo dell'esplosione è troppo pericoloso. Vengono identificate tre vittime, due sono morte (corpi carbonizzati e smembrati) ed una è ferita. La valutazione visiva dell'unico superstite evidenzia una amputazione dell'arto inferiore di sinistra a livello del III medio della gamba ed una rottura/enucleazione del bulbo oculare sinistro, non ustioni apparenti. L'infermiere inizia l'emostasi mediante applicazione di un tourniquet sul III prossimale della gamba e con tamponamento/compressione della ferita dell'emivolto coinvolto. Il medico procede con la valutazione primaria secondo le linee guida BLS/ACLS (algoritmo ABCDE). Il paziente appare cosciente – GCS (1E, 4, 5) = 10; AVPU = V - ed in respiro spontaneo senza evidenti segni di PNX. Si continua con la monitoraggio dei parametri vitali (PA non invasiva, SPO2, ECG in 3 derivazioni). Vengono posizionati 2 grossi accessi venosi periferici (14 G) con infusione di soluzione fisiologica isotonica (target ipotensione controllata), maschera dell'ossigeno - 3 lt/min (target SPO2 > 96%).



**Fig. 1** - PK dell'ANA coinvolto in una esplosione IED nei pressi dell'aeroporto di Shindad nel mese di ottobre 2008. Fotografia scattata dal personale della Task force OMLT V

Si somministrano 5 mg di morfina ev a scopo antalgico e sedativo. Si inizia la rivalutazione del paziente tenendo in considerazione le possibili lesioni da scoppio. All'EO: obiettività toraco/polmonare nella norma, all'otoscopia perforazione della membrana timpanica bilateralmente, non petecchie alla laringoscopia. Viene chiamato il medevac con un codice rosso tenendo conto della possibile evoluzione clinica. Gli elicotteri di Farah e di Herat, purtroppo, sono impegnati. Vista la stabilità emodinamica e respiratoria ma la evidente necessità di raggiungere un Role 2, si decide di trasportare il paziente a Camp Arena mediante ambulanza (**Figg. 2, 3**).

## Review letteratura

### Meccanismi e tipi di esplosione

Un'esplosione è una reazione fisica caratterizzata da una variazione

improvvisa di pressione e di temperatura cioè una liberazione rapida di energia in un intervallo di tempo molto breve, è un rilascio quasi istantaneo di energia immagazzinata. Tale energia proviene per lo più dalla fuoriuscita improvvisa di gas sotto pressione per rottura del recipiente chiuso destinato a contenerlo. Gli esplosivi più diffusi scaricano l'energia per mezzo di una reazione chimica che si propaga attraverso il materiale esplosivo ad una velocità maggiore di quella del suono che è di 0,33 Km/sec. Questo produce un fronte supersonico di shock (onda di esplosione) con una nuvola gassosa formata da prodotti di reazione che si espande velocemente, provocando danni alle persone e alle strutture adiacenti. Di fatto, si ha un aumento rapido della pressione atmosferica ed una conseguente sovrappressione positiva. L'onda di sovrappressione ad un certo punto si esaurisce ed è seguita da una fase di pressione negativa prodotta dai





**Fig. 2** - Militari dell'ANA coinvolti in una esplosione di IED nei pressi dell'aeroporto di Shindad nel mese di ottobre 2008 e soccorsi da personale sanitario (medici ed infermieri) della Task Force OMLT V con il supporto del personale dell'ANA.



**Fig. 3** - Elicottero PUMA dell'Esercito spagnolo utilizzato per il medevac di personale dell'ANA coinvolto in precedente esplosione di IED nei pressi di Shindad (ottobre 2008).

gas che si allontanano dal centro dell'esplosione lasciando il vuoto. L'intensità dell'esplosione diminuisce con l'aumentare della distanza secondo una relazione cubica inversa, mentre i frammenti viaggiano lontano con capacità di danneggiare a distanze maggiori.

### **Tipi di esplosivi**

#### **Introduzione**

Esiste una differenza fra detonazione e deflagrazione. La deflagrazione è una combustione esplosiva, progressiva, in cui la velocità a monte dell'esplosione è subsonica. Nella detonazione, la velocità a monte dell'esplosione è superso-

nica e la propagazione è causata dal riscaldamento del mezzo derivato dalla compressione (onda d'urto) generata dal rilascio energetico a valle del fronte esplosivo.

#### **Esplosivi a bassa energia (LE, Low-order Explosive)**

Bruciano rapidamente e causano una deflagrazione. Rientrano in questa categoria la polvere nera, il napalm, i cocktail Molotov, la nitrocellulosa ed i fuochi d'artificio. Queste esplosioni hanno la caratteristica di essere subsoniche e di non produrre onde di sovrappressione. Le lesioni che ne derivano sono ferite provocate dalla proiezione di schegge, ustioni, traumi chiusi e lesioni da schiacciamento legate al crollo delle strutture adiacenti.

#### **Esplosivi ad alta energia (HE, High-order Explosive)**

Hanno una combustione quasi istantanea, sono più stabili degli esplosivi a bassa energia e causano una detonazione per effetto di un urto o una spinta. Gli HE generano un'onda d'urto (onda di sovrappressione) che si espande a velocità supersonica e provoca tipicamente le lesioni da scoppio. Questi esplosivi comprendono, tra gli altri, la nitroglicerina, il C-4, il semtex, la dinamite, il TNT (trinitrotoluene) e le miscele ammonio nitrato-gasolio (ANFO, Ammonium Nitrate Fuel Oil).

#### **Miscele gassose**

Accanto a questa classificazione degli esplosivi propriamente detti, occorre distinguere le miscele gassose che, in certe condizioni, sono suscettibili di produrre un'esplosione.

- **Miscela «aria-combustibile» (FAE, Fuel-Air explosive)**

Si tratta di un nuovo tipo di esplosivo ad uso bellico che si basa sulla combinazione di un carburante poco volatile (ossido di etilene) con l'aria.

Questi esplosivi sono sparsi sotto forma di aerosol dagli aerei cui segue un'accensione secondaria. L'esplosione genera un'onda di pressione estremamente potente capace di produrre danni notevoli alle strutture e agli uomini. Questa forma di esplosivo rappresenta l'applicazione militare (arma termobarica) delle esplosioni delle nuvole di vapore liberate accidentalmente nell'atmosfera dall'industria chimica (es. etilene ed isobutanolo, Pasadena, 1989).

• *Esplosioni spontanee di prodotti derivati dall'agricoltura*

Alcune sostanze non esplosive di per sé possono diventarlo in determinate condizioni di pressione e di temperatura o quando entrano a contatto con certi gas. Nei silos agricoli, ad esempio, si forma un'atmosfera costituita dalle particelle fini dei prodotti immagazzinati che rimangono in sospensione nell'aria. In presenza di una fonte di calore, le particelle combustibili della nube si infiammano e bruciano liberando una grande quantità di energia (12kJ/g per i cereali). La fiamma (da 1 000 a 2 000 °C) si propaga attraverso la nube, la cui espansione termica, provocata dalla combustione delle particelle, è all'origine dell'aumento di pressione (es. Blaye Gironde nell'agosto 1997).

### **Meccanismo di un'esplosione**

Un'esplosione genera un'onda di pressione statica (onda d'urto), responsabile delle lesioni da scoppio propriamente dette. È formata da una prima onda di pressione positiva, breve e molto ampia, seguita da un'onda di pressione negativa.

L'onda d'urto può essere divisa in due fasi:

1) La prima fase (onda di sovrappressione) consiste in un aumento

improvviso, breve e di grande ampiezza della pressione. Essa è caratterizzata da cinque parametri:

1. la pressione di picco (pressione massima prodotta dall'onda d'urto);
2. la variazione di pressione massima o livello di sovrappressione (differenza tra la pressione di picco e quella atmosferica  $\Delta P$ );
3. il tempo di salita della pressione ( $\Delta T$ );
4. il fronte di salita o impulso che determina la velocità di salita della pressione ( $\Delta P/\Delta T$ );
5. la durata totale dell'onda di pressione. A parità di livello di pressione di picco e di fronte di salita, un'onda d'urto è più nociva quanto più è prolungata.

In base alla pressione di picco e al tempo di salita dell'onda d'urto, si distinguono:

- l'onda risultante dal movimento del rumore:  $\Delta T > 5$  ms e  $\Delta P$  indifferente;
- le onde d'urto deboli:  $\Delta T < 5$  ms e  $\Delta P < 1$  bar (detonazione di un'arma da fuoco, «bang» degli aerei supersonici);
- le onde d'urto forti:  $\Delta T < 5$  ms e  $\Delta P > 1$  bar. Sono queste le onde che generano le lesioni da scoppio.

2) La seconda fase, successiva all'onda di sovrappressione, si chiama onda di depressione o onda di distensione. È più lunga e determina una debole differenza di pressione. Ha scarse conseguenze fisio-patologiche.

Oltre all'onda di pressione statica c'è un'onda di pressione dinamica, chiamata «vento», che corrisponde allo spostamento di una grande massa d'aria capace di mobilitare corpi, oggetti o detriti.

### **Propagazione delle onde d'urto**

L'onda d'urto è dovuta a una brusca variazione di pressione tramite spostamento centrifugo a partire dal punto di esplosione. Si propaga in modo diverso a seconda che l'esplosione abbia luogo in ambiente aereo (gassoso), liquido o solido.

#### *Ambiente gassoso (scoppio aereo)*

L'onda di sovrappressione si sposta alla velocità del suono e si smorza rapidamente. Lo smorzamento è proporzionale al cubo della distanza percorsa. A piccole variazioni di distanza rispetto alla sorgente dell'esplosione corrispondono variazioni di pressione considerevoli. Le lesioni da scoppio aereo riguardano soprattutto gli organi cavi.

#### *Ambiente liquido*

Data l'incompressibilità dei liquidi, l'onda di pressione si propaga alla velocità del suono nell'acqua. La perdita di energia è meno rapida che in ambiente gassoso. In pratica, la zona di pericolo intorno al punto di esplosione è almeno tre volte superiore a quella dello scoppio aereo. L'onda d'urto è limitata alla sola fase di sovrappressione. Gli effetti riguardano solo le parti immerse e soprattutto gli organi solidi (in prevalenza organi addominali).

#### *Ambiente solido*

L'onda d'urto è trasmessa ai corpi dall'elemento solido con cui viene in contatto diretto. L'incompressibilità del solido e la sua densità aumentano la velocità di propagazione (5 000 m/s per un metallo) e riducono lo smorzamento. Le lesioni sono principalmente ossee (apparato locomotore) e neurovascolari.

### **Conseguenze fisiche di un'esplosione**

Le conseguenze di un'esplosione e la gravità degli effetti dello scoppio dipendono dal luogo dell'esplosione. Mentre in uno spazio aperto l'onda di pressione si smorza rapidamente, in uno spazio chiuso si riverbera contro il

pareti, generando così onde multiple le cui pressioni di picco si sommano. Uno scoppio in ambiente chiuso presenta perciò carattere di gravità maggiore.

In prossimità di un ostacolo, vi è una diminuzione della pressione di picco subito dietro l'ostacolo stesso. L'onda recupera la sua struttura a distanza dall'ostacolo (onda di aggiramento), davanti all'ostacolo l'onda viene riflessa. Un individuo situato davanti ad un ostacolo è sottoposto sia all'onda diretta che all'onda riflessa. In una revisione della letteratura degli ultimi 20 anni, la mortalità iniziale per esplosione si è dimostrata del 4% in ambiente aperto, dell'8% in ambiente chiuso e del 25% in caso di crollo delle strutture adiacenti. Per ciascuno di questi tre meccanismi può essere definito un profilo lesionale specifico. Per esempio, in caso di esplosione in ambiente chiuso, ci si può aspettare di osservare più lesioni da scoppi primarie o danni polmonari che dopo un'esplosione in spazio aperto. La conferma viene da un lavoro israeliano pubblicato nel 1996, in cui gli Autori hanno confrontato le conseguenze di attentati negli autobus e in spazio aperto. Le percentuali di intubazione e di drenaggio toracico erano rispettivamente del 42% e del 10% in una esplosione all'interno di un autobus (ambiente chiuso), contro il 7% ed il 3% in ambiente aperto.

Infine, si può puntualizzare che le protezioni individuali come i giubbotti antiproiettile o i caschi in Kevlar non proteggono dallo scoppio ma dalle proiezioni che lo scoppio potrebbe provocare. Questi mezzi di protezione potrebbero, anzi, potenzialmente aumentare la gravità delle lesioni causate dall'esplosione, per esempio incrementando la superficie esposta all'onda d'urto. Solo i caschi antirumore e le protezioni auricolari assicurano una protezione efficace contro l'onda d'urto.

## Classificazione delle lesioni da blast

### 1. Lesioni primarie

Sono lesioni da barotraumatismo, colpiscono soprattutto gli organi con presenza di un'interfaccia aria-aria o aria-liquido. L'improvvisa variazione di pressione all'interno di volumi gassosi chiusi provoca una compressione seguita da una decompressione responsabile di rotture parietali: rotture timpaniche, lesioni polmonari, rotture di organi cavi (es. tubo digerente).

#### *Lesioni timpaniche*

Il timpano è la struttura più frequentemente lesa a seguito di esplosioni. Un aumento di pressione di sole 0,3 atm può essere sufficiente per produrre una lesione timpanica (gli altri organi vengono danneggiati per aumenti di pressione superiori, nell'ordine di 3,5 – 5 atm). Le lesioni sono bilaterali nel 10% dei casi. I segni clinici comprendono: otalgia, acufeni, ipoacusia, vertigini. Ci può essere dislocazione degli ossicini dell'orecchio medio, mentre le lesioni dell'orecchio interno determinano la prognosi uditiva a lungo termine. La membrana timpanica è facilmente esplorabile con l'otoscopia ma l'assenza di lesioni timpaniche non esclude danni a carico di altri organi. Risulta, quindi, difficile individuare i pazienti esposti ad uno scoppio dal solo esame timpanico. Alcuni autori israeliani propongono di selezionare i pazienti basandosi su criteri clinici come la dispnea, l'emottisi o la presenza di traumi esterni ( amputazioni, ustioni, fratture aperte). Tale situazione clinica sembra correlare meglio con la lesione polmonare rispetto alla lesione timpanica. Secondo l'algoritmo decisionale israeliano, un paziente senza sintomatologia clinica può essere dimesso dopo un periodo di osservazione di 4-6 ore.

#### *Lesioni polmonari*

Le lesioni polmonari, dovute alle variazioni di pressione sui 2 lati della membrana alveolo-capillare, si manifestano secondo i quadri clinici tipici di contusione polmonare, rottura alveolare o bronchiolare, pneumotorace, emotorace, emorragia alveolare, pneumomediastino, enfisema sottocutaneo, edema polmonare lesionale, embolia gassosa che possono insorgere a distanza di tempo dall'esplosione (anche 24 ore). Circa il meccanismo d'azione si può dire che quando l'onda d'urto colpisce il torace, una parte dell'onda viene riflessa mentre la maggior parte viene trasmessa alla parete toracica che subisce un'accelerazione violenta. L'onda d'urto si propaga attraversando più velocemente l'acqua dell'aria, creando un gradiente di pressione tra i 2 lati della membrana alveolo-capillare che risulta distruttivo. Caratteristiche cliniche di un polmone esploso:

*sintomi:* dispnea, tosse (da secca a produttiva con escreato schiumoso), dolore al petto (tipicamente retro sternale).

*segni:* cianosi, emottisi, tachipnea, riduzione murmure vescicolare (PNX, emopneumotorace), crepitii e ronchi, enfisema sottocutaneo, crunch retro sternale (pneumomediastino);

*evidenze radiologiche di un polmone esploso:* opacità polmonari diffuse – infiltrati (tipicamente entro alcune ore, max dopo 24-48h, si risolvono in 7 gg circa), PNX – emopneumotorace, Enfisema interstiziale, Enfisema sottocutaneo, Pneumomediastino, Pneumoperitoneo (può essere dovuto all'esplosione di un viscere addominale o del polmone).

#### *Lesioni del tratto digerente*

I tratti di digerente contenenti gas sono quelli maggiormente coinvolti negli scoppi. Si possono avere perforazioni



immediate, emorragie, perforazioni ritardate da ischemia o infarto mesenterico. I meccanismi di lesione sono dovuti sia all'onda di pressione sui volumi gassosi chiusi sia ai meccanismi di lacerazione.

#### *Danni tracheolaringei*

L'onda d'urto può danneggiare anche il tratto respiratorio superiore. Si possono avere edema, eritema o ulcerazioni della mucosa.

#### *Lesioni oculari*

Ferite corneali, rotture del bulbo, distacchi di retina, emorragie intraoculari.

#### *Amputazione traumatica*

E' comune nelle vittime decedute sul colpo, mentre è insolita nei sopravvissuti. Le amputazioni non avvengono, generalmente, a livello delle articolazioni. Le sedi comuni sono: III superiore della tibia, III superiore o inferiore del femore. Modelli computerizzati e modelli animali hanno dimostrato che l'esplosione genera dei punti di stress nelle ossa lunghe, causando fratture prima che avvenga lo spostamento. Quando il corpo viene proiettato dal vento dell'esplosione l'arto, già fratturato, si amputa. La strategia chirurgica iniziale è il debridement esteso, lasciando solo il tessuto sano. La ferita viene suturata e lasciata drenare, si pianifica una ispezione secondaria e si procede con la chiusura dei tessuti molli in un secondo momento.

### **2. Lesioni secondarie**

Sono quelle provocate dalla proiezione di detriti, schegge, frammenti di bombe in seguito allo spostamento di aria dovuto all'esplosione o a frammenti aggiunti alla bomba per aumentare la gravità delle lesioni (bulloni, chiodi). Tali proiettili sono responsabili di traumi penetranti. Un aspetto

particolare è rappresentato dai corpi estranei biologici (frammenti ossei) che rappresentano un rischio di trasmissione di malattie infettive. I soldati sul campo indossano, generalmente, abiti contaminati da Clostridia spp, hanno la cute coperta da organismi fecali e Streptococchi piogeni e Stafilococchi spp. E' dimostrato il beneficio della somministrazione precoce di antibiotici.

I fattori di rischio per infezione sono:

- Tempo prolungato tra ferita e trattamento;
- Mancanza di pulizia della ferita;
- Dimensione della ferita > 1 cm.

### **3. Lesioni terziarie**

Sono dovute alla proiezione dell'individuo da parte del movimento d'aria provocato dall'esplosione che segue l'onda di pressione (persona scaraventata contro un muro) o al crollo di strutture adiacenti. Le conseguenze possono essere fratture, amputazioni traumatiche, traumi cranici, lesioni da schiacciamento o da seppellimento.

### **4. Lesioni quaternarie**

Ustioni chimiche o termiche, inalazione di sostanze tossiche, esposizione alle radiazioni, asfissie, intossicazioni da CO o da cianuro.

#### **Trattamento**

Uno dei punti critici del trattamento consiste nel fatto che, spesso, i coinvolti sono più di uno. Diventa fondamentale il triage ed un piano di evacuazione. Evidentemente un piano corretto dovrebbe prevedere una capacità di trattare sul posto in modo precoce e dall'altra evacuare verso strutture ospedaliere che nel frattempo sono state allertate e si sono organizzate per accogliere al meglio le vittime.

#### **Triage**

Si devono considerare:

- segni e sintomi ventilatori ed emodinamici per una prognosi quoad vitam;
- segni e sintomi uditivi e/o oculari per una prognosi funzionale;
- tutte le vittime di un'onda da blast dovranno essere prese in carico, compresi i soggetti asintomatici. I soccorritori dovranno eseguire un'ispezione del luogo ricercando i feriti che sono fuggiti e che potrebbero sviluppare una sintomatologia tardiva. Alla fase di ispezione segue la valutazione dei pazienti e della loro gravità (importante sapere la distanza del paziente dall'esplosione).

#### **Classificazione dei pazienti**

I pazienti con lesioni da blast possono essere raggruppati in 5 macro categorie in ordine crescente di gravità:

1. soggetti esposti agli effetti di un'esplosione ed indenni;
2. soggetti con lesioni uditive isolate
3. soggetti che presentano agitazione e/o disturbi respiratori;
4. soggetti con insufficienza respiratoria;
5. soggetti con insufficienza circolo.

#### **Trattamento specifico delle lesioni timpaniche**

Per le lesioni timpaniche non è necessario alcun trattamento specifico in quanto, generalmente, guariscono spontaneamente. Ovviamente non devono essere trascurate in quanto l'evoluzione condiziona la prognosi uditiva. Bisogna evitare sovra infezioni mediante abt topica o sistemica, trattare il traumatismo cocleare con vasodilatatori e antinfiammatori. Le piccole perforazioni cicatrizzano spontaneamente. La chirurgia non ha indicazione d'urgenza ed in un secondo momento si può effettuare la timpanoplastica in caso di perforazioni di grosse dimensioni. La prognosi a lungo termine

dipende dal danno all'orecchio interno.  
*Trattamento specifico delle lesioni polmonari*

Il danno polmonare può essere di gravità variabile e può manifestarsi anche 48 ore dopo il trauma come una semplice dispnea oppure come una insufficienza respiratoria ipossiémica. Il sospetto deve essere posto in tutti gli esposti. I segni/sintomi possono essere: dispnea, tosse, emottisi, dolore toracico. All'esame clinico possiamo rilevare: cianosi, ottusità alla percussione, enfisema sottocutaneo, assenza di murmure vescicolare. Le indagini radiologiche ci vengono in aiuto perché potrebbero mostrarci: infiltrati, PNX, falde di versamento, allargamento del mediastino, presenza di corpi estranei, enfisema sottocutaneo, rotture tracheobronchiali. La fibrobroncoscopia è uno step diagnostico ulteriore. Dal punto di vista terapeutico la gestione dipende dal danno e dalle condizioni cliniche, potrebbe essere sufficiente O<sub>2</sub> in maschera per contrastare l'ipossia, ma si potrebbe avere la necessità di drenare un emotorace o un PNX, ventilazione meccanica non invasiva (CPAP) o invasiva (IOT) settando il ventilatore in modalità protettiva (6ml/Kg di TV, Pressione di picco <30 mmHg, 12 atti/min, ipercapnia permissiva). I pazienti asintomatici con RX torace negativo possono lasciare l'ospedale dopo essere rimasti sotto osservazione per 6-8h.

#### *Lesioni addominali*

Lesioni addominali devono essere sospettate in caso di addominalgia, nausea/vomito, ematemesi, tenesmo o in presenza di uno shock ipovolemico inspiegabile in altro modo. Attenzione che sintomi clinici di questo tipo possono anche essere ritardati. La Tc addomino-pelvica è l'esame di scelta, a volte è necessaria la laparotomia esplorativa.

## Bibliografia

1. **Della Corte F., Olliveri F., Enriches F.:**  
*Manuale di medicina di emergenza.*  
Mc Graw Hill 2002; 678-83.
2. **Conti G., Della Corte F., Pelaia P.:**  
*Emergenze di interesse anestesiológico.*  
EMC (Elsavir Masson) 2010; 434-443.
3. **Oh.**  
*Manuale di terapia intensiva.*  
Elsavir 2004; 793-798.
4. **Pats B., Ausset S., Benois A.:**  
*Blast et flessure par explosion.*  
ECM, Anesthésie-Reanimation, 36-725 - D-10, 2000: 11p.
5. **Gueugniaud P.Y., David JS., Petit P.:**  
*Prise en charge des victimes d'explosion.*  
Rev SAUM 2003; 25: 82-6.
6. **Parr M.J., Grande C.M.:**  
*Mechanism of trauma.*  
In: Briche NG, Grande CM, editors.  
Textbook of trauma anesthesia and critical care, St Louis: CV Mosby; 1993. p 336-41.
7. **Cullis I.G.:**  
*Blast waves and how they interact with structures.*  
J R Army Med Corps 2001; 147: 16-26.
8. **Cooper G.J., Taylor D.E.:**  
*Biophysics of impact injury to the chest and abdomen.*  
J R Army Med Corps 1989; 135: 58-67.
9. **Morris N.:**  
*Lethality to Human Due to Blast Effects from Buried Landmines.*  
2002.
10. **Mellor S.G.:**  
*The pathogenesis of blast injury and its management.*  
Br J Hosp Med 1988; 39: 536-9.
11. **Zuckerman S.:**  
*Experimental study of blast injuries to the lungs.*  
Lancet 1940; 2: 219-24.
12. **Arnold J.R., Halpern P., Tsai M.C., Smithline H.:**  
*Mass casualty terrorist bombings: comparison of outcomes by bombing type.*  
Ann Emerg Med 2004; 43: 263-73.
13. **Kluger Y., Peleg K., Daniel-Aharonson L., Mayo A.:**  
*The special injury pattern in terrorist bombing.*  
J Am Coll Surg 2004; 199:875-9
14. **Peleg K., Aharonson - Daniel L., Stein M., Michaelson M., Kluger Y., Simon D., et al.:**  
*Gunshot and explosion injuries: characteristics, outcomes, and implications for care of terror-related injuries in Israel.*  
Ann Surg 2004; 239:311-8
15. **Aylwin C.J., Konig T.C., Brennan N.W., Shirley P.J., Davies G., Walsh M.S., et al.:**  
*Reduction in critical mortality in urban mass casualty incidents: analysis of triage, surge, and resource use after the London bombings on July 7, 2005.*  
Lancet 2006; 368: 2219-25.
16. **Aschkenasay – Steuer G., Shamir M., Rivkind A., Mosheif R., Shushan Y., Rosenthal G., et al.:**  
*Clinical review: the Israeli experience: conventional terrorism and critical care.*  
Critical Care 2005; 9: 490-9.
17. **Xydakis M.S., Bebarta V., Harrison C., Conner J., Grant G.A.:**  
*Blast concussive disorder at United State military hospital in Iraq: a neuro-otological analysis.*  
Neurosurgery 2006; 59: 467.
18. **Wong J.M., Marsh D., Abu-Sitta G., Lau S., Mann H.A., Nawabi D.H., et al.:**  
*Biological foreign body implantation in victims of the London July 7th suicide bombings.*  
Journal of trauma 2006; 60: 402-4.

# Blast Injuries: a Literature Review from a Case Report

De Filippis Valentino \*    Giuditta Gianpaolo °

## Case report

30<sup>th</sup> October 2008. Shindad, Camp Tomas, South-West Afghanistan - ISAF mission, Task Force OMLT V, Kandak 1.1.

In the tent used as forward medical post the phone rings, 30 seconds before a strong blast sound was heard. An ANA (Afghan National Army) pick up blew up on an IED (Improvised Explosive Device) in the airport surroundings (**Pic. 1** - *Afghan National Army tactical vehicle involved in IED explosion close to Shindand airport, October 2008. Picture taken by Task Force OMLT V personnel.*).

Physician and nurse reach the meeting point where casualties have been gathered. Blast point is too dangerous. There are three casualties, two are dead (burnt, dismembered corpses), one is injured. Visual evaluation of casualty reveals amputation of lower left limb at middle third level and rupture/enucleation of left eyeball, no visible burns. Nurse starts haemostasis by applying tourniquet on proximal one-third of leg and pressure on injured hemiface. Physician performs primary evaluation following BLS/ACLS guide lines (ABCDE algorithm). Casualty is responsive - GCS (1E, 4, 5) = 10; AVPU = V; spontaneous breathing with no evident signs

of PNX. Life signs are continuously monitored (non-invasive BP, SpO<sub>2</sub>, 3-lead ECG). Two main peripheral IV access (14 G) are obtained for infusion of isotonic saline solution (target: controlled hypotension); oxygen mask - 3 l/min - (target: SpO<sub>2</sub> > 96%). Patient receives 5 mg of intravenous morphine as analgesic and sedative. Re-evaluation of casualty starts considering possible blast injuries. Physical examination: no abnormal chest examination findings, otoscopic examination reveals bilateral tympanic membrane rupture, no petechiae on laryngoscopic examination. Red code MEDEVAC is requested considering the possible clinical evolution. Unfortunately Farah and Herat based helicopter are not available. Considering the patient's absolute need for reaching Role 2 and that hemodynamic and respiratory parameters are stable, it is decided to transport casualty to Camp Arena by ambulance (**Pic. 2** - *Afghan National Army soldiers injured in IED explosion close to Shindand airport, October 2008. Medical personnel (physicians and nurses) of Task Force OMLT V provided first aid assisted by ANA personnel* - **Pic. 3** - *Spanish Army PUMA helicopter employed in casualty evacuation of ANA personnel, Shindand, October 2008.*).

## Literary Review

### *Blast Mechanisms and Types*

An explosion is a physical reaction characterized by an abrupt variation in pressure and temperature; in other words it is a rapid release of considerable amounts of energy in a very short time. Such energy is, in most part, produced by the abrupt discharge of under-pressure gas following the rupture of the shell in which it was stored. The most widespread explosives release energy through chemical reaction which propagates at a speed higher than sound speed, i.e. 0.33 km/sec. This produces a shock wave with a gas cloud made up of reaction products; this cloud expands quickly causing injuries to people and damages to buildings. There is a rapid increase in atmospheric pressure and a consequent positive overpressure. When overpressure wave exhausts it is followed by a negative pressure phase produced by gas escaping from the explosion core which sucks items back in towards the centre. Explosion intensity dampens as distance increases following a cubic inverse relation; fragments can produce damages at greater distance (**Pic. 4** - *Controlled explosion of UXO + IED by Italian OED personnel in the vicinity of Bala Mourghab.*).

\* Italian Army Captain – Medical Corps – Military Hospital of Milan - E-mail: valentino.defilippis@esercito.difesa.it

° Italian Army Colonel – Medical Corps - Military Hospital of Milan.



## Types of Explosives

### Introduction

There is a difference between detonation and deflagration: deflagration is an explosive, progressive combustion in which upstream velocity is subsonic. Detonation involves a supersonic exothermic front accelerating through a medium that eventually drives a shock front propagating directly in front of it.

#### LE - Low-Order Explosives

Explosives which burn quickly and causes deflagration: black powder, napalm, Molotov cocktail, nitrocellulose and fireworks. Explosions produced are supersonic and do not produce overpressure waves. Injuries are caused by fragments, burns, closed traumas and crushing injuries caused by collapse of buildings.

#### HE - High-Order Explosives

Explosives which have an almost immediate combustion. They are more stable than low- orders and cause a detonation following impact or push. HE produce a shock wave which expands at supersonic speed and produces characteristic blast injuries. In this category we find nitro-glycerine, C-4, Semtex, dynamite, TNT (trinitrobenzene), and Ammonium Nitrate Fuel Oil mix (ANFO).

#### Explosive gas mixtures

Besides explosives in the strict sense we must also distinguish gas mixtures which, in certain conditions, can produce an explosion.

- *F AE - Fuel-Air Explosive*

It is a new type of explosive for military use based on the mix of fuel (ethylene oxide) and air. These explosives are dispersed into air from aircraft and then ignited. Explosion produces an extremely powerful pressure wave which can produce severe damages to people and buildings.

This kind of explosive represents the

military application (thermobaric weapon) of accidental unconfined vapour cloud explosions by chemical industry (e.g. ethylene and isobutanol, Pasadena, 1989).

- *Spontaneous combustion of agricultural products*

Some non-explosive substances can become explosive if exposed to certain pressure and temperature conditions or when in contact with some gasses. In flour mills and their storage containers, for example, there is an atmosphere made up of small particles of stored products - flammable dusts and droplets - with remains in suspension. If exposed to heat source combustible particles can ignite and burn releasing great amounts of energy (cereals: 12 kJ/g). The flame (1,000 to 2,000 °C) propagates through the cloud; cloud's thermal expansion is produced by particles combustion and causes the increase of pressure. (e.g. Blaye Gironde, August 1997).

### Explosion Mechanism

An explosion produces a static pressure wave (shock wave) responsible for blast injuries. It is made up of a first positive pressure wave - short and of large amplitude - followed by a negative pressure wave.

Shock wave can be divided into two phases:

- 1) First phase (overpressure wave): an abrupt, short and large amplitude increase of pressure. It is characterized by five parameters
  1. Pressure peak (maximum pressure produced by shock wave);
  2. Variation of maximum pressure or overpressure level (difference between pressure peak and atmospheric pressure  $\Delta P$ );
  3. Time of pressure raise ( $\Delta T$ );

4. Rising edge or impulse which determines pressure raise time ( $\Delta P/\Delta T$ );
5. Total time of pressure wave. On equal levels of pressure peak and rising edge, the more a shock wave is prolonged the more it is destructive.

On the basis of peak pressure and rise time of shock wave it is possible to distinguish:

- Sound wave:  $\Delta T > 5$ ms end  $\Delta P$  irrelevant;
  - Weak shock waves:  $\Delta T < 5$  ms and  $\Delta P < 1$  bar (e.g. firearm detonation, sonic 'boom' of supersonic aircraft);
  - Strong shock waves:  $\Delta T < 5$  ms and  $\Delta P > 1$  bar. These are the waves responsible for blast injuries.
- 2) The second phase - following overpressure wave - is called wave of negative pressure. It is longer and determines a weak pressure difference. It has few physiopathological consequences.

Besides static pressure wave, there is a dynamic pressure wave called 'wind': it produces mass movement of the displaced air which set in motion items and debris.

### Shock waves propagation

Shock wave is produced by an abrupt variation in pressure following centrifugal movement of air from the explosion core. Propagation changes as the material passes through changes: gaseous, liquid or solid material.

#### Gaseous material (air blast)

Overpressure blast moves at sound speed and dampens quickly. Dampening is proportional to the cube of distance covered. To small variation in distance from the explosion core corresponds significant variation in pressure. Air blast injuries affects mainly hollow organs.

### *Liquid material*

Because of incompressibility of liquid material, pressure wave in water propagates at sound speed. Dampening is less rapid than in gaseous environment. In other words, danger zone around the explosion core is at least three times bigger than in air blast. Shock wave is limited to overpressure phase. Damages affects only submerged parts and above all solid organs (mainly abdominal organs).

### *Solid material*

Shock wave is transmitted to bodies through the solid material with which it is in direct contact. The incompressibility of solid material and its density increases propagation speed (metal: 5,000 m/s) and decreases dampening. Damages affect mainly bones (musculoskeletal system) and neurovascular system.

### **Physical consequences of blast**

Explosion consequences and seriousness of blast effect depend from where the explosion occurs. While in an open space pressure wave dampens quickly, in an enclosed space wave reflects off of surfaces producing multiple waves that can interact with each other to cause an increase in pressure. Explosion in enclosed spaces produces, therefore, severer damages.

Peak pressure decreases behind obstacles; shock wave recovers its structure as distance from obstacle increases; wave in front of obstacle is reflected. An individual standing in front of an obstacle is subject to both direct and reflected wave. A review of literature of the last 20 years reports initial mortality caused by explosion of 4% in open spaces, 8% in enclosed space, 25% in case of nearby structures collapse. For each of these three mechanisms it is

possible to outline a specific lesion models. For example, in case of blast in enclosed space it is likely to report more primary blast injuries than in case of explosion in open space. An Israeli study - published in 1996 - just confirms this; authors have confronted consequences of bomb attack in busses and open spaces. Rates of intubation and chest drainage were, respectively, 42% and 10% for blast in bus (enclosed spaces) while 7% and 3% in open space.

Finally, it is possible to bring into focus that body armour items - such as bulletproof vest or Kevlar helmet - do not protect from blast but from fragments energized by the blast. On the contrary, such protection items could increase blast injuries gravity; for example by increasing body surface subject to shock wave. Only hearing protection ensures an effective protection from shock wave.

### **Classification of blast injuries**

#### **1. Primary lesions**

Barotrauma injuries which affect mainly organs with air/air or air/liquid interface. The abrupt variation of pressure of gas trapped in gas-containing structures produces a compression followed by a decompression resulting in rupture of surrounding tissues: eardrum rupture, pulmonary lesion, hollow organs rupture (e.g. gut tube).

#### *Eardrum lesions*

Eardrum is the tissue that most frequently sustains lesions in case of blast. An increase of just 0.3 atm can be enough to produce a lesion (other organs sustain lesions for increase in pressure > 3.5 - 5 atm). Lesions are bilateral in 10% of cases. Clinical signs are: otalgia, tinnitus, hypoacusia, vertigo. It

is possible to sustain ossicles dislocation; inner ear lesions determine long-term prognosis. Eardrum can be easily inspected through otoscopy, but the absence of eardrum lesions does not exclude damages to other body organs. Therefore, it is hard to identify patients exposed to blast just through eardrum examination. Some Israeli authors suggest selecting patients on the basis of clinical signs such as dyspnoea, haemoptysis or external trauma (amputations, burns, open fractures). Such clinical situation seems to better correlate with pulmonary lesion than eardrum lesion. Following Israeli decision algorithm a patient with no clinical signs can be dismissed after an observation time of 4-6 hours.

#### *Pulmonary lesions*

Due to pressure variation on the two sides of alveolo-capillary membrane, pulmonary lesion can manifests clinical features also after 24 hours from the blast: pulmonary contusion, alveolar and bronchial rupture, pneumothorax, hemothorax, alveolar haemorrhage, pneumomediastinum, subcutaneous emphysema, pulmonary oedema, gas embolism.

When the shock wave hit thorax, part of the wave is reflected while most part of it is transmitted to thorax which is subjected to a violent acceleration. Shock wave propagates more quickly in water than in air, therefore creating a pressure gradient between the two sides of alveolo-capillary membrane which is destructive.

Clinical features of blast lung:

*Symptoms:* dyspnoea, cough (dry to productive with frothy sputum), chest pain (typically retrosternal).

*Signs:* cyanosis, haemoptysis, tachypnea, reduced breath sounds (PMX, hemopneumothorax), coarse crepitations and





rhonchi, subcutaneous emphysema, retrosternal crunch (pneumomediastinum).

*Radiological evidence of blast lung:* diffuse pulmonary opacities “infiltrates”. (Typically, these develop within a few hours, become maximal at 24 - 48 hours and resolve over 7 days), PNx or hemo-pneumothorax, interstitial emphysema, subcutaneous emphysema, pneumomediastinum, pneumoperitoneum (usually secondary to perforation of an abdominal viscus or blast lung).

#### *Abdominal blast injury*

Gas-containing parts of the gastrointestinal tract are at risk of primary blast injury. Clinical features are: perforations, haemorrhage, late perforation for ischemia or mesenteric infarction. Injuries are caused by both pressure wave on gas trapped and laceration.

#### *Tracheolaryngeal injury*

Shock wave can affect also upper airways. Clinical features are: oedema, erythema and ulceration.

#### *Ocular injury*

Corneal injuries, eyeball fracture, retinal detachment, intraocular haemorrhage.

#### *Traumatic amputation*

Traumatic amputation of limbs by explosion is unusual in survivors, but relatively common in those who die early. Amputation usually does not occur in association with joints. Sites of predilection are the upper one third of the tibia and in the femur, either the upper or lower one third. Computer modelling studies and evidence from experiments on animals exposed to blast have demonstrated that coupling of the blast wave into bone tissue generates stress waves, which fracture the long bone shaft, then the blast wind separates the fractured limb from the body. Initial surgical management is extended debridement leaving only healthy tissue. Injury is then sutured and drained;

secondary inspection is scheduled while soft tissue surgery is performed later.

## **2. Secondary injury**

Injuries produced by bomb fragments and other projectiles (building debris, vehicle components or other materials added to bomb such as bolts and nails) energised by the explosion. These projectiles cause penetrating wounds. Biological fragments - i.e. bones fragments - represent a risk of transition of infectious diseases. Soldiers on the field usually wear clothes contaminated by *Clostridium* spp, their skin is covered with fecal organisms, *Streptococcus pyogenes* and *Streptococcus* spp. Convenience of early administration of antibiotics has been demonstrated.

Infection risk factors are:

- long time between wounding and treatment;
- no cleansing of injury;
- injury size > 1 cm.

## **3. Tertiary Injury**

Tertiary injuries are produced by displacement of the body (or of its constituent parts) caused by blast wind or structural collapse of buildings. Possible consequences are: fractures, traumatic amputation of limbs, traumatic brain injury, crush injuries.

## **4. Quaternary Injury**

Chemical or thermal burns, inhalation of toxic particles, exposure to radiations, asphyxiation, CO or cyanide intoxication.

## **Treatment**

In blast event casualty are often more than one; therefore triage of casualties and evacuation plan are critical. A proper evacuation plan should consider early

treatment of casualty on place together with evacuation towards a medical facility ready to receive the patients.

#### *Triage*

Features to be considered are:

- Breathing and circulation signs and symptoms to determine the prognosis *quoad vitam*;
- Auditory and/or ocular signs and symptoms to determine functional prognosis;
- All victims of blast wave must be monitored, even asymptomatic patients. Rescuers must search the area for injured who run away and could develop late signs. After search phase, evaluation of casualties and priority of treatment follows (it is important to know patient's distance from the blast).

#### *Patients Classification*

Casualties who sustained blast injuries can be grouped into 5 macro categories of increasing severity:

1. Patients exposed to blast but uninjured;
2. Patients with isolated ear injuries;
3. Patients with breathing distress and/or anxiety signs;
4. Patients with respiratory failure;
5. Patients with cardiac failure.

#### *Specific treatment of ear injury*

Eardrum lesions do not require any specific treatment as they usually heal spontaneously. Obviously, they must not be overlooked as their evolution influences auditory prognosis. Superinfection is avoided through administration of topical or systemic antibiotic, vasodilator and anti-inflammatory drugs. Small perforations heal spontaneously. Surgery in this case is not emergent and tympanoplasty can be performed later on in case of big perforation. Long-term prognosis depends on inner ear damage.



---

### *Specific treatment of pulmonary injury*

Pulmonary injury severity can vary and can manifest also 48 hours after trauma as a simple dyspnoea or hypoxemic respiratory failure. All individuals exposed to blast must be monitored. Signs/symptoms can be: dyspnoea, cough, haemoptysis, chest discomfort. Clinical examination can highlight: cyanosis, dullness to percussion, subcutaneous emphysema, no breath sounds. Radiological evidences are: infiltrates, PNx, pleural effusion,

pneumomediastinum, presence of foreign bodies, subcutaneous emphysema, tracheobronchial ruptures. Fibrobronchoscopy is another step in diagnosis. As for therapy, management depends on damages and clinical conditions; oxygen mask could be enough to fight hypoxia but hemothorax drainage or PNx drainage could be necessary; non-invasive mechanical ventilation (CPAP) or invasive (IOT) (ventilator setting: TV 6 ml/Kg, peak inspiratory pressure < 30 mmHg, 12 breaths/min,

permissive hypercapnia). Asymptomatic patients with negative chest X-ray can leave hospital after an observation period of 6-8 hours.

### *Abdominal injury*

Clinical features of abdominal blast injuries are: abdominal pain, nausea/vomiting, haematemesis, tenesmus, unexplained evidence of hypovolaemia. Clinical signs can also have late manifestation. Most common examination is abdominopelvic CT, sometimes laparotomy exploratory is necessary.

---

# Il triage nelle Forward Operations: differenze ed affinità con il modello civile

Triage in Forward Operations: differences and similarities between military and civilian approach

Alessandro Rizzo \*

Michele Giattino °



**Riassunto** - Il triage rappresenta un momento importantissimo nella professione sanitaria ed è l'azione più importante per un'efficace gestione delle maxi-emergenze. È un processo dinamico che consiste nella suddivisione dei feriti in categorie di trattamento, effettuata da un responsabile designato, per una successiva evacuazione presso il PMA in base alla patologia e alle risorse sanitarie limitate rispetto all'elevato numero di persone coinvolte. Le risorse sono il tempo, il personale e l'equipaggiamento.

**Parole chiave:** Tactical Combat Casualty Care (TCCC), Triage, Forward Operations.

**Summary** - Triage is critical in medical profession and is the most important action for effective management of mass casualties (MASCAL). It is a continuous process through which casualties are sorted into categories of treatment by an appointed officer, to be then evacuated to advanced medical post (AMP), according to pathology and the limited medical resources available (limited compared to the large number of people involved). Resources are time, personnel and equipments.

**Key words:** Tactical Combat Casualty Care, Triage, Forward Operations.

\* Sottufficiale Infermiere - COI DIFESA – Rep. Sup. Operativo - Div. JMED.

° Ufficiale Medico, Assistente Servizio Anestesia – Policlinico Militare “Celio” - Roma.



## Introduzione

L'obiettivo principale del Triage è quello di provvedere alla sopravvivenza di quante più persone possibili evitando l'utilizzo delle risorse su persone con poche possibilità di sopravvivenza in base alla lesione di presentazione ed alle possibilità di trattamento.

Nelle Forward Operations (FO) cioè nelle operazioni "a contatto con il nemico" il modo di pensare, ragionare e intervenire possiede delle peculiarità rispetto all'ambiente civile. Il triage nelle FO, definito di seguito triage in ambiente tattico, ha fondamentalmente tre obiettivi principali che possono essere riassunti come segue:

- a) Dare la miglior assistenza per il maggior numero di vittime
- b) Impiegare nella maniera più proficua le risorse disponibili
- c) Il personale ferito deve poter ritornare in servizio il più presto possibile

## Triage in ambiente tattico: Categorie

Il triage SIEVE è un protocollo di classificazione utilizzato dalla NATO per gli eventi catastrofici, in ambito tattico pre-ospedaliero. Viene eseguito da personale medico o paramedico ed è caratterizzato da classi di priorità di trattamento, abbreviate dall'etichetta "T". È utile ricordare che durante le procedure di TRIAGE possono essere effettuate delle manovre salvavita quali l'arresto dell'emorragia e l'apertura delle vie aeree con manovre di minima. Per la valutazione del ferito e l'effettuazione di queste manovre un operatore esperto non deve impiegare più di sessanta secondi.

Nel triage tattico sono previste 4 categorie di pazienti.

### a) T4 -Codice Nero - "Expectant - MUST wait" (deve attendere)

Vittime che hanno lesioni talmente importanti, che anche se l'intervento sanitario è ottimale la loro sopravvivenza è improbabile e richiederebbero un impiego spropositato delle risorse limitatissime o la situazione non consente altre soluzioni. Es.: ferita aperta del cranio con perdita di sostanza cerebrale, etc., pericolo di vita per i soccorritori.

### b) T3 - Codice Verde - "Minimal - SHOULD wait" (dovrebbe attendere)

Le vittime sono in piedi, deambulanti. Esempi pratici possono essere piccole ustioni, lacerazioni, abrasioni e piccole fratture. Queste vittime sono affette da lesioni "minori" e di solito sono trattate con l'autosoccorso o con il soccorso di un commilitone (Buddy-Aid). Queste vittime possono essere impiegate per le esigenze della "missione" (ad esempio per garantire la sicurezza della scena).

### c) T2 -Codice Giallo - Delayed -CAN wait" (può attendere)

In cui le vittime necessitano di intervento chirurgico o cure sanitarie, ma la cui condizione generale consente un differimento nel trattamento senza compromissione di organi, funzioni e/o arti; il trattamento sanitario (immobilizzazione, controllo del dolore, ecc) sarà necessario, ma comunque la vittima può attendere almeno 2-4 ore. Esempi pratici possono essere: vittime senza segni di shock che hanno importanti lesioni dei tessuti molli, fratture di ossa principali, traumi toracici, traumi addominali e ustioni inferiori al 20% della superficie corporea totale.

### d) T1 -Codice Rosso - "Immediate - Emergency"

Vittime che potrebbero sopravvivere, se sottoposte ad un immediato trattamento di supporto delle funzioni vitali o a intervento chirurgico urgente.

La chiave del successo del triage nelle FO è individuare questi individui il più rapidamente possibile. Queste vittime devono essere trattate immediatamente con un trattamento d'urgenza altrimenti moriranno. Esempi pratici possono essere: vittime che sono instabili dal punto di vista emodinamico, hanno un'ostruzione delle vie aeree, lesioni toraciche e addominali con massiccia emorragia esterna e shock.

Riassumendo in maniera molto schematica si può dire che l'ambiente tattico esclude una vasta gamma di apparecchiature di monitoraggio, il trattamento ottimale sul campo di battaglia e la successiva evacuazione sono realizzati con strumenti semplici che richiedono poca tecnologia.

Vediamo di seguito come eseguire in modo rapido e sistematico il triage iniziale.

- a) Le vittime che possono deambulare e seguire le istruzioni di solito rientrano nella categoria T3. Affermazioni come "Se riesci a sentire la mia voce alzati e muoviti dietro l'edificio" (o qualsiasi altro luogo tatticamente corretto) permette di "tragiare" gran parte delle vittime in breve tempo.
- b) Le vittime con segni evidenti di morte possono essere inizialmente inseriti nella categoria T4.
- c) Le vittime che non rientrano nelle due categorie sopraindicate (T4 e T3) necessitano di ulteriori valutazioni. E nello specifico:

- i. L'emorragia massiva è il segno più evidente della necessità trattamento salvavita sul campo, potrebbe essere necessario applicare un tourniquet, un agente emostatico o un bendaggio compressivo.
  - ii. Una volta che il trattamento salvavita sul campo è stato eseguito il paziente viene immediatamente rivalutato.
- d) Le vittime rivalutate vengono inserite nella categoria T2 se possono obbedire a comandi semplici, se hanno un polso radiale normale e non sono in distress respiratorio.
- e) Se le vittime rivalutate non sono in grado di obbedire a dei comandi semplici o non hanno un polso radiale normale o sono in distress respiratorio allora vengono inseriti nella categoria T1.

### Gestione delle vittime durante missioni di combattimento

Il concetto del Tactical Combat Casualty Care (TCCC), cioè la cura del ferito in ambiente ostile, nasce a metà degli anni '90, quando il Capitano medico Frank Butler (ex Navy SEAL, le forze speciali della Marina statunitense), dopo un'analisi retrospettiva condotta su diverse operazioni militari effettuate nel corso degli anni, fu promotore di uno studio per identificare e sviluppare i principi dell'assistenza ai pazienti coinvolti in eventi traumatici in ambiente di combattimento. In base a questi studi suddivise la gestione delle vittime in tre fasi distinte in base alla situazione tattica: "Care under Fire", "Tactical Field Care" e "Combat Casualty Evacuation Care".

#### Care Under Fire

In questa primissima fase la priorità è evitare ulteriori perdite ponendo fine alla minaccia avversaria (supremazia di fuoco). Quando un militare viene ferito, nella primissima fase è ancora potenzialmente presente un'attività bellica da parte del nemico e quindi il soccorritore, se intervenisse, si troverebbe a elevato rischio per la propria incolumità. In questa situazione è previsto dunque l'autosoccorso, se il militare è in grado di farlo, oppure l'aiuto da parte di un commilitone (Buddy Aid).

Appena le condizioni ambientali permettono di avvicinarsi al ferito, si può procedere al suo spostamento, dopo aver effettuato rapide manovre di stabilizzazione, in una zona sicura nelle immediate vicinanze del luogo del ferimento (es. dietro un muro o un mezzo blindato). È importante, se il ferito si presenta agitato, procedere immediatamente a disarmarlo. In questa fase la necessità è dedicare al primo soccorso il più breve tempo possibile, focalizzando l'attenzione sulla lesione che in combattimento determina rapidamente la morte del ferito, quindi l'emorragia dagli arti (60% delle morti prevenibili sul campo di battaglia); si tralascia quindi l'approccio ABCDE e si agisce solo per interrompere l'emorragia esterna nel modo più rapido possibile applicando un particolare tipo di tourniquet (CAT - Combat Application Tourniquet) che, con manovra semplice e rapida, è in grado di fermare un'emorragia che pone in immediato pericolo di vita il paziente.<sup>1</sup> Val la pena di ricordare che si sta parlando di pazienti affetti da lesioni penetranti distrettuali in cui il rischio potenziale di una lesione del



rachide cervicale è estremamente basso; inoltre, come dimostrato da un recente studio,<sup>3</sup> nelle ferite penetranti del collo una lesione instabile del rachide si associa a un elevato tasso di mortalità e, quindi, un paziente con una lesione penetrante del collo ma vivo è poco probabile che abbia una concomitante lesione del rachide cervicale. Questi assunti giustificano l'indicazione per il soccorritore a non attardarsi in una zona tattica non sicura per applicare il collare cervicale. In caso di paziente all'interno di un veicolo per estrarlo si utilizza la manovra di Rautek.

Una volta fermata l'emorragia esterna il paziente viene trasportato in maniera rapida verso un riparo sicuro, non utilizzando barelle ma sistemi di trasporto alternativi a una o due persone (Fireman carry).

#### Tactical Field Care

Dopo aver trasportato il ferito al riparo, la situazione tattica permette l'approccio ABCDE della Primary Survey preospedaliera.

Si valuta A (ostruzione delle vie aeree, 1% delle cause di morte) e si trattano eventuali problemi di pervietà delle vie aeree (utilizzando principalmente cannule rinofaringee o tubo laringeo). In questa fase può non essere disponibile l'ossigeno.

Per quanto riguarda il punto B, lo pneumotorace iperteso è la seconda causa di morte in ambiente bellico e una volta riconosciuto va immediatamente

<sup>1</sup> Riordan WP, Cotton BA. All bleeding stops: how we can help... Critical Care 2010;14:146.

trattato (decompressione con ago, mini-toracotomia).

Nel punto C si rivalutano immediatamente eventuali emorragie che pongono a immediato rischio di morte il paziente trattandole con bendaggio compressivo tipo benda israeliana o utilizzando agenti emostatici (Celox, Chitoflex, QuikClot)<sup>2</sup> da applicare direttamente sulla ferita sanguinante. Una volta applicato, il CAT non va più rimosso fino all'arrivo alla struttura sanitaria dotata di Sala Operatoria.<sup>3</sup>

In questa fase si procede con un tentativo di applicazione di un accesso venoso e, in caso di insuccesso, si procede subito con il posizionamento di un accesso intraosseo. La somministrazione di fluidi segue i principi della Damage Control Resuscitation.<sup>4</sup>

Nella valutazione di D si usa il sistema AVPU. Durante l'exposure va come sempre evitata l'ipotermia del paziente utilizzando speciali coperte isotermitiche, quali l'Hypothermia Prevention and Management Kit dotata anche di cuffietta per evitare la termodispersione dal capo.

Peculiarità importante nella gestione del paziente ferito in zona di combattimento è la variabilità dei tempi preospedalieri. Per tutta una serie di situazioni contingenti il ferito può rimanere più di un'ora sul terreno prima di raggiungere una struttura sanitaria. Questo determina la necessità di gestire due problemi concomitanti: la gestione del dolore e la profilassi antibiotica.



Per quanto riguarda la gestione del dolore preospedaliero, il farmaco che si utilizza è la morfina a boli refratti endovena. In altre realtà (Stati Uniti, Gran Bretagna) sono disponibili autoiniettori di morfina intramuscolo da 10 mg o il fentanyl citrato 400 microgrammi per assorbimento orale transmucoso.<sup>5</sup>

L'infezione della ferita è la maggior complicanza delle lesioni in zona di guerra. In un recente lavoro, su 405 ferite in varie regioni del corpo, circa il 7% avevano una sovra infezione da Gram negativi principalmente A. Baumannii.<sup>6</sup> Attualmente le Linee Guida prevedono essenzialmente l'utilizzo di cefazolina e.v. da somministrare entro tre ore dal trauma. Risulta chiaro che, se si prevedono tempi di evacuazione molto lunghi, l'antibiotico va somministrato sul luogo del ferimento.

Come detto, i tempi di attesa per l'evacuazione del ferito sono variabili, anche se normalmente la rete MEDEVAC con elicottero dedicato prevede un arrivo sul luogo dell'evento in trenta minuti. Si procede, quindi, alla valutazione continua dei parametri vitali, con monitoraggio in situazioni in cui potrebbe essere disponibile solo un saturimetro.

#### **Casualty Evacuation Care**

È la fase del trasporto del ferito dal luogo del ferimento al luogo di trattamento. Il mezzo per il trasporto può essere un mezzo dedicato, in questo caso dotato di monitor, ventilatore e ossigeno, tuttavia in altre situazioni potrebbero essere disponibili solo mezzi tattici non sanitari in cui il paziente viene sistemato per permetterne l'accesso più rapido possibile alla sala operatoria.

Durante il trasporto si effettua il monitoraggio e la rivalutazione del paziente e si attuano le procedure per evitare l'ipotermia.

2 Devlin JJ, Kircher S, Kozen BG, et al. Comparison of ChitoFlex®, CELOX™, AND QuikClot® in control of hemorrhage. J Emerg Med 2011;41(3): 237-45.

3 Bridges E, Biever K. Advancing critical care: joint combat casualty research team and joint theater trauma system. AACN Adv Crit Care. 2010;21(3):260-76.

4 Butler F. Fluid resuscitation in tactical combat casualty care brief history and current status. J Trauma 2011;70(5 Suppl):S11-2.

5 Sanson G, Nardi G, De Blasio E, et al. Prehospital Trauma Care Approccio e trattamento al traumatizzato in fase preospedaliera e nella prima fase intraospedaliera. 2007 IRC Edizioni.

6 Murry CK, Hospenthal DR, Kotwal Rs et al. Efficacy of point-of-injury combat antimicrobials. J Trauma 2011; 71 (2S): S307-13.



## Conclusioni

Quanto finora visto, riguarda prettamente la parte tattico-operativa dal punto di vista assistenziale, ma bisogna prendere in considerazione anche le differenze operative con il modello civile. Numerose sono le difformità operative con il modello civile, una tra queste, è sicuramente determinata dall'impossibilità di eliminare totalmente il rischio evolutivo, ad esempio in un attentato di tipo dinamitardo, una iniziale esplosione è quasi sempre seguita da una seconda destinata a **muti-lare od uccidere proprio i soccorritori che iniziano ad effettuare il triage**. Un'altra differenza è sicuramente di natura etico e morale nel momento in cui, sul campo di battaglia viene effettuato il triage e ci si trova a dover *"dilatizzare il trattamento"* per un individuo identificato come T4, in modo di cercare di intervenire su altri pazienti identificati come T3 o T2. Questo modo di intervenire sulla scena è comunque determinato dalla **carenze di risorse**. Molto eloquente è la condizione ben nota durante la Seconda Guerra

Mondiale, con la somministrazione di penicillina quando le forniture sul fronte erano limitate. I sanitari militari, erano costretti a somministrare l'antibiotico a disposizione ai soldati con malattia venerea, in modo da farli tornare il prima possibile al fronte e farli combattere in modo efficace, lasciando di contro, senza alcuna terapia altri militari con patologie più gravi (ad esempio la polmonite) che erano destinati a morire.

Da quanto sopra, è ben chiaro che nelle Forward Operations la carenza di risorse è presente in quasi tutto il trattamento extraospedaliero, il dilemma morale/etico nasce nell'uomo soldato che ha la cognizione delle ridotte risorse disponibili e che deve cercare di garantire il meglio, intervenendo nell'interesse del ferito e delle truppe.

Questo dilemma, porta alla luce molte situazioni che possono determinare stress psichico nelle decisioni da parte degli operatori sanitari militari, che devono effettuare il triage e garantire la migliore evacuazione delle vittime soprattutto sul campo di battaglia. L'assistenza giornaliera (in ambiente civile) dei pazienti in tempo di pace è sicura-

mente impegnativa e anche se di solito non vi è un "nemico" che minaccia il team sanitario. Sul campo di battaglia, le decisioni devono essere prese immediatamente e spesso senza tutti i dati che ci vorrebbero. Non è da sottovalutare inoltre, che gli infermieri possono essere stanchi ed emotivamente coinvolti.

Metodi per aumentare la propria capacità decisionale, che deve essere "immediata", sono:

1. ***l'utilizzo di linee guida e protocolli standardizzati conosciuti e condivisi;***
2. ***la formazione e l'addestramento specifici,***
3. ***la conoscenza dei propri limiti emozionali e psicologici durante emergenze/urgenze belliche,***

in modo da non farsi guidare solo "dal proprio vissuto e dai propri sentimenti" cercando di rimanere il più distaccato dalla scena dell'evento.

Si conclude con una frase del Colonnello Medical Corps, US Army Pruitt Basilio, che descrive in maniera molto sintetica quanto sopra: *"La certezza nelle decisioni è direttamente proporzionale al quadrato della distanza dal sito di combattimento"*.

## Bibliografia

1. **Aldington D.J., McQuay H.J., Moore R.A.:**  
*End-to-end military pain management.*  
Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 2011; 366 (1562): 268-75.
2. **Alexander R.H., Proctor H.J.:**  
*Advanced Trauma Life Support 1993*  
Student Manuel, Chicago, American College of Surgeons, 1993.
3. **Bellamy R.F.:**  
*The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research.*  
Military Med 1984; 149: 55-62.



- 4. Bowen T.E., Bellamy R.F., (eds):**  
*Emergency War Surgery.*  
Second United States revision of the  
Emergency War Surgery NATO  
Handbook, pg 175 Washington DC,  
United States government printing office.  
1988.
- 5. Bridges E., Biever K.:**  
*Advancing critical care: joint combat  
casualty research team and joint theater  
trauma system.*  
AACN Adv Crit Care. 2010; 21(3): 260-76.
- 6. Butler F.:**  
*Fluid resuscitation in tactical combat  
casualty care brief history and current  
status.*  
J Trauma 2011; 70 (5 Suppl): S11-2.
- 7. Butler FK, Hagman J, Butler EG:**  
*Tactical Combat Casualty Care in Special  
Operations.*  
Milt Med 1996: 161 (Supp) 3-16.
- 8. Butler F.K., Hagman J., Butler E.G.:**  
*Tactical Combat Casualty Care in Special  
Operations.*  
Milt Med 1996; 161(Supp): 3-16.
- 9. Devlin J.J., Kircher S., Kozen B.G. et al.:**  
*Comparison of ChitoFlex®, CELOX™,  
AND QuikClot® in control of  
hemorrhage.*  
J Emerg Med 2011; 41 (3): 237-45.
- 10. Dubick M.A., Holcomb J.B.:**  
*A review of intraosseous vascular access:  
Current status and military application.*  
Mil Med 2000; 165 (7): 552-58.
- 11. Jamnicki M., Zollinger A., Seifert B.  
et al.:**  
*The effect of potato starch derived and  
corn starch derived hydroxyethyl starch  
on in vitro blood coagulation.*  
Anesthesia 1998; 53: 638-44.
- 12. Larson M., Bowersox J.C., Lim R.C. Jr,**  
**Hess J.R.:**  
*Efficacy of a dry fibrin hemostatic  
bandage in controlling hemorrhage from  
experimental arterial injuries.*  
Arch Surg 1995; 30 (4): 420-2.
- 13. Martinowitz U., Holcomb J.B.,  
Pusateri A.E. et al.:**  
*Intravenous rFVIIa Administered for  
hemorrhage control in hypothermic  
coagulopathic swine with grade V liver  
injuries.*  
J Trauma 2001; 50 (4): 721-29.
- 14. Mines D.:**  
*Needle thoracostomy fails to detect a fatal  
tension pneumothorax.*  
Ann Emerg Med 1993; 22: 863-6.
- 15. Morino P.L.:**  
*Colloid and Crystalloid Resuscitation.*  
In Morino PL, ed. The ICU Book 2nd ed.  
Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1997:  
228-41.
- 16. Murry C.K., Hospenthal D.R., Kotwal  
R.s. et al.:**  
*Efficacy of point-of-injury combat  
antimicrobials.*  
J Trauma 2011; 71 (2S): S307-13.
- 17. Autori vari:**  
*Prehospital Trauma Life Support Manual,  
Chapter 17, 5th ed. Mosby, 2003.*
- 18. Quigley S.L.:**  
*Military Surgeons General Applaud  
Congress for Helping Advance Care.*  
Washington, DC: American Forces  
Information Service; 2005. Available at:  
[http://www.defenselink.mil/news/May2005/20050511\\_1025.html](http://www.defenselink.mil/news/May2005/20050511_1025.html). Ultimo accesso  
il 28 mag 2010.
- 19. Ramasamy A., Midwinter M.,  
Mahoney P., Clasper J.:**  
*Learning the lessons from conflict: Pre-  
hospital cervical spine stabilization*  
*following ballistic neck trauma.*  
Injury 2009; 40: 1342-5.
- 20. Riordan W.P., Cotton B.A.:**  
*All bleeding stops: how we can help...*  
Critical Care 2010; 14: 146.
- 21. Salvino C.K., Dries D., Gamelli R. et  
al.:**  
*Emergency Cricothyroidotomy in Trauma  
Victims.*  
J Trauma 1993; 34: 505-5.
- 22. Sanson G., Nardi G., De Blasio E. et  
al.:**  
*Prehospital Trauma Care Approccio e  
trattamento al traumatizzato in fase  
preospedaliera e nella prima fase  
intraospedaliera.*  
2007 IRC Edizioni.
- 23. Autori vari:**  
*Shock and fluid resuscitation.*  
Prehospital Trauma Life Support, 4th ed.  
St. Louis MO: Mosby; 1999: 137-57.
- 24. The Brain Trauma Foundation. The  
American Association of Neurological  
Surgeons.**  
*The Joint Session on Neurotrauma and  
Critical Care. Hypotension.*  
J Neurotrauma 2000 Jun-Jul; 17 (6-7);  
591-5.
- 25. Via D., Kaufmann C., Anderson D. et  
al.:**  
*Effect of hydroxyethyl starch on  
coagulopathy in a swine model of  
hemorrhagic shock resuscitation.*  
J Trauma 2001; 50: 1076-82.
- 26. Zajtchuk R., Jenkins D.P., Bellamy  
R.F. et al (eds):**  
*Combat Casualty Care Guidelines for  
Operation Desert Storm,*  
DC, Office of the Army Surgeon General,  
February 1991.



# Triage in Forward Operations: differences and similarities between military and civilian approach

Alessandro Rizzo \*

Michele Giattino °

## Introduction

The aim of Triage is to save the highest number of casualties avoiding to use resources on patients with poor survival chances according to the degree of severity of injury and medical treatment possibilities.

In Forward Operations (FO) - i.e. operations with “close contact with the enemy” - decision and intervention scheme is essentially different from civilian approach. Triage in FO (from now on defined triage in tactical environment) has basically three main goals which can be summarized as follows:

- a) do the best for the most;
- b) the most efficient use of available medical resources;
- c) injured personnel must be able to go back to service as soon as possible.

## Triage in Tactical Environment: Categories

SIEVE triage is a NATO sorting protocol used in tactical pre-hospital care of mass casualties. It is performed by medical personnel (physicians or paramedics) and is characterized by categories of patients according to

treatment priority identified through the letter ‘T’. It is worth to remember that, during TRIAGE, life-saving manoeuvres - such as haemorrhage control and airways management - should be performed through minimal actions. To perform casualty assessment and life-saving manoeuvres an expert rescuer should not spend more than sixtly seconds.

In tactical triage patients are sorted into 4 categories:

### a) T4 – Black Code – “Expectant - MUST wait”

Those patients who have such severe wound that have poor chances of survival and would require an excessive use of limited resources or there is no other possible solution. For ex.: open wound to head with brain matter leaking, etc., high security risk for rescuers.

### b) T3 – Green Code – “Minimal - SHOULD wait”

Those patients who can ambulate. Practical examples are: small burns, cuts, excoriation and minor fractures. Those whose injuries are so slight they can be managed by self-help or buddy-aid. These injured can be employed for mission needs (for example to guarantee area security).

### c) T2 – Yellow Code – “Delayed – CAN wait”

Those patients who need surgical or medical attention but treatment can be delayed without compromising organs, body functions and/or limbs; medical treatment (splinting, pain control, etc.) is necessary but patient can wait 2-4 hours. Practical examples are: patient with no signs of shock with major soft tissue lesions, main bones fractures, chest trauma, abdominal trauma and burns on less than 20% of total body surface area.

### d) T1 – Red Code – “Immediate - Emergency”

Those patients who could survive if given immediate life support treatment or urgent surgical treatment.

In FO, triage is critical to identify these patients as soon as possible. They must receive emergency care treatment otherwise they will die. Practical examples are: patient hemodynamically unstable, obstruction of air-ways, chest and abdominal wounds with external haemorrhage and shock.

Summarizing, in tactical environment the use of monitoring equipment is not possible therefore treatment on the battle field and subsequent evacuation are performed with simple low tech equipment.

\* Nurse NCO – Italian Joint Operations Headquarters - Operational Support Unit – JMED Division.

° Medical Officer, Anaesthesia Services Assistant – Military Hospital “Celio” of Rome.



Shown below is a description of how to perform quickly and systematically initial triage:

- a) Patients who can ambulate and execute orders are sorted into T3 category.  
Orders like “if you can hear my voice stand up and go behind that building” (or any other tactically correct location) permit to quickly triage most part of patients.
- b) Patients with evident signs of death can be initially placed in T4 category.
- c) Patients who do not fit in the above mentioned categories (T4 and T3) need further assessment.
  - i. Massive haemorrhage needs life-support treatment on the field; it can be necessary to apply tourniquet, haemostats or pressure dressing.
  - ii. After life-support manoeuvres on the field have been performed patient must be re-assessed.
- d) Re-assessed patients are sorted into T2 if they can execute simple orders, have normal radial pulse and do not have respiratory distress.
- e) If re-assessed patients are not able to execute simple orders or do not have radial pulse or suffer from respiratory distress are sorted into T1.

### Tactical Combat Casualty Care

The concept of Tactical Combat Casualty Care (TCCC) - i.e. casualty management in hostile environment - was born in the 90' when Cap. Doctor Frank Butler (former Navy SEAL), after a retrospective analysis on different military operations performed over time, carried out a study to identify and develop principles of medical treatment of trauma patients in combat. On the

basis of his studies he divided casualty management into three phases according to tactical situation: “Care under fire”, “Tactical Field Care” and “Combat Casualty Evacuation Care”.

#### Care Under Fire

In this very first phase, the priority is to avoid further casualties by neutralizing enemy threaten (fire superiority). When a soldier is injured, in the very first phase, hostile activity is still potentially present; therefore rescuers' intervention would be a high risk for their lives. In this phase self-aid (if military is able to) or buddy-aid is envisaged.

Once environmental conditions permit to approach casualty, it is possible to proceed with quick stabilization procedures on place, and then move patient to a safer place close to the wounding point (for ex. behind a wall or an armoured vehicle). Casualties with altered mental status should be disarmed immediately. At this stage priority is to focus on haemorrhage to extremities - i.e. the wound responsible for fast death of casualty on the combat field (60% of preventable deaths on the field) - ; normal ABCDE procedure is skipped to intervene just on external bleeding by applying CAT (Combat Application Tourniquet): with an easy and rapid manoeuvre it can stop a life threatening haemorrhage requiring immediate attention<sup>1</sup>. It is worth to remember that we are considering casualties who sustained penetrating wounds whose potential risk of cervical spine lesion is pretty low; furthermore, as reported in a recent survey<sup>3</sup>, penetrating injury to neck with unstable cervical spine injury presents high mortality rate; therefore, in case of

alive casualty with penetrating injury to neck is unlikely to have a lesion of cervical spine. All these assumptions justify the indication to rescuers to do not linger in a tactically unsafe zone in order to apply neck collar. In case of casualty extrication from a vehicle, Rautek manoeuvre must be performed.

Once external bleeding has been stopped, casualty must be quickly moved to a safe place, not using litter but other one or two people patient transfer techniques (fireman carry).

#### Tactical Field Care

Once casualty has been moved to a relatively safe place, it is possible to perform Primary ABCDE Survey.

A Airways: (airways obstruction causes 1% of deaths) airways management (mainly through the insertion of nasopharyngeal or laryngeal tube). In this phase oxygen could not be available.

B Breathing: tension pneumothorax is the second cause of death on the battle field; it must be identified and quickly treated (needle decompression, minithoracotomy).

C Circulation: life-threatening bleedings should be assessed and immediately controlled by applying pressure dressing (*Israeli Bandage*) or haemostats (CeloX, Chitoflex, QuikClot)<sup>2</sup> to be applied directly on bleeding. Once applied, CAT must not be removed until patient has reached a medical facility with surgery room<sup>3</sup>. In this phase IV access is performed; if IV access is not achieved intraosseous infusion is

1 Riordan WP, Cotton BA. All bleeding stops: how we can help... Critical Care 2010;14:146.

2 Devlin JJ, Kircher S, Kozen BG, et al. Comparison of ChitoFlex®, CELOX™, AND QuikClot® in control of hemorrhage. J Emerg Med 2011;41(3): 237-45.

3 Bridges E, Biever K. Advancing critical care: joint combat casualty research team and joint theatre trauma system. AACN Adv Crit Care. 2010;21(3):260-76.

performed. Fluid resuscitation is regulated by Damage Control Resuscitation Guidelines<sup>4</sup>.

D Disability: in this phase AVPU method is used. During exposure hypothermia must be prevented by using isothermal blanket such as Hypothermia Prevention and Management Kit (HPMK) with head protection to avoid heat loss from head.

Pre-hospital care time variability is an important feature of casualty management on the battle field. Casualty could remain for more than one hour on the field before to reach medical facility. Therefore there are two concurrent issues to manage: pain relief and antibiotics administration.

As for pain relief in pre-hospital care, multiple IV bolus dose of morphine is administered. Some countries (US, UK) use intra-muscular morphine 10 mg auto-injectors or oral transmucosal Fentanyl Citrate 400 mcg<sup>5</sup>.

Injury infection is the major complication occurring as a result of war wounds. In a recent study, approx. 7% of body injuries out of 407 presented a Gram-negative bacterial superinfection (mainly *Acinetobacter baumannii*)<sup>6</sup>. Current guidelines consider intravenous Cefazolin administration within three hours from the wounding. In case of estimated long evacuation time antibiotics must be administered on the field.

As we said, evacuation time varies, even if helicopter MEDEVAC is expected to arrive within thirty minutes. Vital signs

are continually reassessed; the only monitoring device available could be just a pulse oximeter.

### *Casualty Evacuation Care*

In this phase casualty is transported from the wounding point to medical facility. Vehicle used could be a medical vehicle (i.e. equipped with monitor, venting machine, oxygen) or not, if no medical vehicle is available. In this case the patient is moved to medical facility on a tactical vehicle.

During transportation casualty's vital signs are monitored and continually reassessed, and procedures for preventing hypothermia are performed.

### **Conclusions**

We have treated mainly tactical-operational approach to medical care but operational differences between civilian and military approach should be considered too. Operational differences are several; one of these is the impossibility to exclude multiple attack risk. For example: in terrorist attack with explosive device, the first explosion is almost always followed by a second one aimed to **mutilate or kill rescuers performing triage**. Another difference in the ethical involvement when, on the battlefield, it is necessary to triage casualties and delay treatment of T4 patients in order to intervene on T3 or T2 patients. This approach is determined by the **limited amount of resources**. A significant example is the well known penicillin administering policy during 2nd World War when frontline medical resources were in short supply. Medical military personnel were forced to administer the running out antibiotic to military suffering from venereal diseases in

order to sent them back to fight efficiently, while leaving untreated other soldiers suffering from more serious pathologies (such as pneumonia) dooming them to die.

It is then clear that, in Forward Operations, the limitedness of resources is a permanent feature of the all pre-hospital care. Ethical dilemma arises when a soldier/human being, conscious of the limited resources he has, must try to guarantee the best outcomes in the interest of casualties and troops.

This dilemma could produce psychological stress into those medical military in charge of triage and responsible for casualty evacuation from the battle field. Daily assistance (in civilian environment) of patients in times of peace is however demanding even if there is no "enemy" threatening medical team. On the battlefield, decisions have to be made immediately and often without having all the necessary information. Furthermore, it must not be underestimated that nurses can be tired and emotionally involved.

Techniques to enhance one's decision making capacity - which must be quick - are:

1. ***To use well known and widely shared guide lines and standardized protocols;***
2. ***Specific education and training;***
3. ***To know one's own emotional and psychological limits in case of emergency,***

so to not to be guided by just one's experience and emotions, trying to remain aloof on the field.

We end our paper quoting US Army Colonel - Medical Corps - Pruitt Basilio who summarized the above mentioned concept:

"The certainty in decision making is directly proportional to the square of the distance from the site of combat".

<sup>4</sup> Butler F. Fluid resuscitation in tactical combat casualty care brief history and current status. J Trauma 2011;70(5 Suppl):S11-2.

<sup>5</sup> Sanson G, Nardi G, De Blasio E, et al. Prehospital Trauma Care Approccio e trattamento al traumatizzato in fase preospedaliera e nella prima fase intraospedaliera. 2007 IRC Edizioni.

<sup>6</sup> Murry CK, Hospenthal DR, Kotwal Rs et al. Efficacy of point-of-injury combat antimicrobials. J Trauma 2011; 71 (2S): S307-13.



# Patologia acuta da decompressione, forma midollare: patogenesi, presentazione clinica e trattamento

Acute relapsing neurological decompression illness, a form of paraplegia: pathogenesis, clinical presentation, treatment

Francesca Bevilacqua \*

Simone Di Cianni °

Fabio Faralli •

Giovanni Ruffino #



**Riassunto** - La patologia da decompressione (PDD) acuta rappresenta una non rara urgenza in cui è chiamato ad intervenire il medico subacqueo. La forma midollare, malgrado la bassa prevalenza ed incidenza tra i subacquei professionisti, è la presentazione clinica più frequente tra le forme neurologiche di PDD acuta.

Il suo trattamento tempestivo in camera di decompressione ed i successivi trattamenti con ossigenoterapia iperbarica permettono il miglioramento della sintomatologia e della prognosi “quod functionem” (in pazienti prevalentemente giovani, con lunga aspettativa di vita).

Le ipotesi patogenetiche attualmente riconoscono la bolla e la sua interazione con l'endotelio quale primum movens della malattia. Studi recenti ipotizzano il ruolo favorente dell'aumento della pressione venosa polmonare ed la presenza di shunt destro-sinistro come fattore concomitante. Ad oggi sono in fase di studio protocolli diagnostici sperimentali per l'individuazione di fattori di rischio al fine di stratificare in categorie di rischio i subacquei, in particolare gli operatori professionisti.

**Parole chiave:** patologia acuta da decompressione, forma midollare di PDD, ossigenoterapia iperbarica, shunt destro-sinistro, forame ovale pervio, patogenesi forma midollare PDD.

**Summary** - Acute decompression illness (DCI) represents a challenging issue for a Diving Medical Doctor. The spinal cord form is the most frequent among the neurological forms, despite the low prevalence and incidence.

The immediate treatment in decompression chamber and the subsequent hyperbaric oxygen therapy assure the improvement of symptoms and of the prognosis “quod functionem” (commonly, in young patients, with long life expectancy).

The pathogenesis of decompression illness is still an area which is incompletely understood due to the complexity of the disease process, but nowadays authors consider gas bubbles as possible responsible of the effects of the DCI. Beside the bubbles' mechanical effects on interruption of tissue microcirculation, the biochemical activity at the tissue-bubble interface plays a major role in the pathogenesis of the spinal cord form of DCI. Recent studies hypothesize high pulmonary vein pressure and patent foramen ovale to have an active (but not essential) role in the development of this illness.

At the moment, diagnostic protocols are conducted in order to obtain a risk-based layer for professional divers.

**Key words:** acute decompression illness, acute relapsing neurological decompression illness, hyperbaric oxygentherapy, right-left shunt, patent foramen ovale, DCI pathogenesis.

\* S.T.V. (SAN), Capo Sezione Camere Iperbariche - COMSUBIN.

° S.T.V. (SAN), Capo Sezione Medicina - COMSUBIN.

• C.V. (SAN), Direttore del Servizio Sanitario - COMSUBIN.

# C.V. (SAN), Capo Reparto Sanitario - COMSUBIN.



## Introduzione

Il termine patologia da decompressione (PDD) può essere riferito ad ogni sindrome clinica che insorga a seguito di una decompressione. Si distinguono forme acute e forme croniche

La forma midollare è la manifestazione neurologica più frequente della patologia acuta da decompressione e i sintomi sono diversi a seconda del tratto di midollo coinvolto; si possono avere parestesie e ipostesie che interessano uno o più distretti, paraplegia, tetraplegia, perdita della funzione vescicale o altri sintomi intermedi. Questa forma di PDD deve essere considerata grave, perché può essere permanentemente invalidante.

Il trattamento della forma midollare di patologia acuta da decompressione prevede la ricompressione immediata a 18 metri con respirazione di ossigeno 100%; la terapia collaterale consiste nella somministrazione di fluidi isotonici endovena al fine di contrastare l'eventuale ipotensione ed emoconcentrazione.

Il protocollo di trattamento successivo alla ricompressione iniziale (terapia di consolidamento) deve prevedere una durata massima di 10 sedute OTI o la prosecuzione fino alla stabilizzazione del quadro clinico (1) (2).

## Case report

F.D. maschio di 23 anni, allievo sommozzatore presso il centro di formazione della Marina Militare Italiana, al termine di una immersione ad aria con palombaro leggero (Apparecchiatura Subacquea Alimentata in Superficie ASAS) alla profondità di 36 m per 24 minuti (decompressione

prevista dalle tabelle US Navy: 3 minuti a 3 metri), risaliva a bordo dell'Unità di supporto e accusava la comparsa improvvisa di un lieve dolore localizzato a livello toracico (descritto come dolore di tipo muscolare, che coinvolgeva i muscoli pettorali) che si attenuava durante le inspirazioni profonde. L'esame obiettivo neurologico – effettuato dal personale sanitario a bordo – risultava negativo. Circa 10 minuti dopo l'insorgenza della sintomatologia dolorosa il paziente riferiva la comparsa di parestesie agli arti inferiori, debolezza progressiva ed infine deficit motorio (paralisi/paresi).

Considerata la modalità dell'immersione, la dinamica dell'incidente e i sintomi descritti dal paziente, il personale sanitario decideva di trattare repentinamente il subacqueo con infusione di liquidi (soluzione fisiologica 0.9 NaCl), ossigenoterapia normobarica ed iperbarica (Tabella 6 USN) in camera di decompressione (presente a bordo dell'Unità).

Al termine del trattamento in camera iperbarica il paziente presentava buone condizioni mediche generali ed esame obiettivo neurologico negativo.

In seguito alla ricomparsa – durante la notte – di parestesie agli arti inferiori, veniva effettuato un secondo trattamento in camera di decompressione (Tabella 6 USN) al termine del quale le condizioni del paziente risultavano sensibilmente peggiorate (paraparesi).

A causa della permanenza di andatura atassica all'esame obiettivo neurologico, nelle settimane seguenti l'incidente subacqueo, il paziente continuava il trattamento con cicli di ossigenoterapia iperbarica (5 trattamenti a settimana per un totale di 40 cicli di trattamento) al termine dei quali si sono

osservati miglioramenti nelle prove di coordinazione e forza degli arti inferiori.

Nei mesi successivi effettuava indagini strumentali complementari per l'inquadramento del caso (Radiografia torace, Ecografia Transesofagea, RM rachide, Elettromiografia, Potenziali evocati). Gli esami strumentali sono risultati negativi ad eccezione dell'Ecografia Transesofagea, positiva per forame ovale pervio e aneurisma del setto.

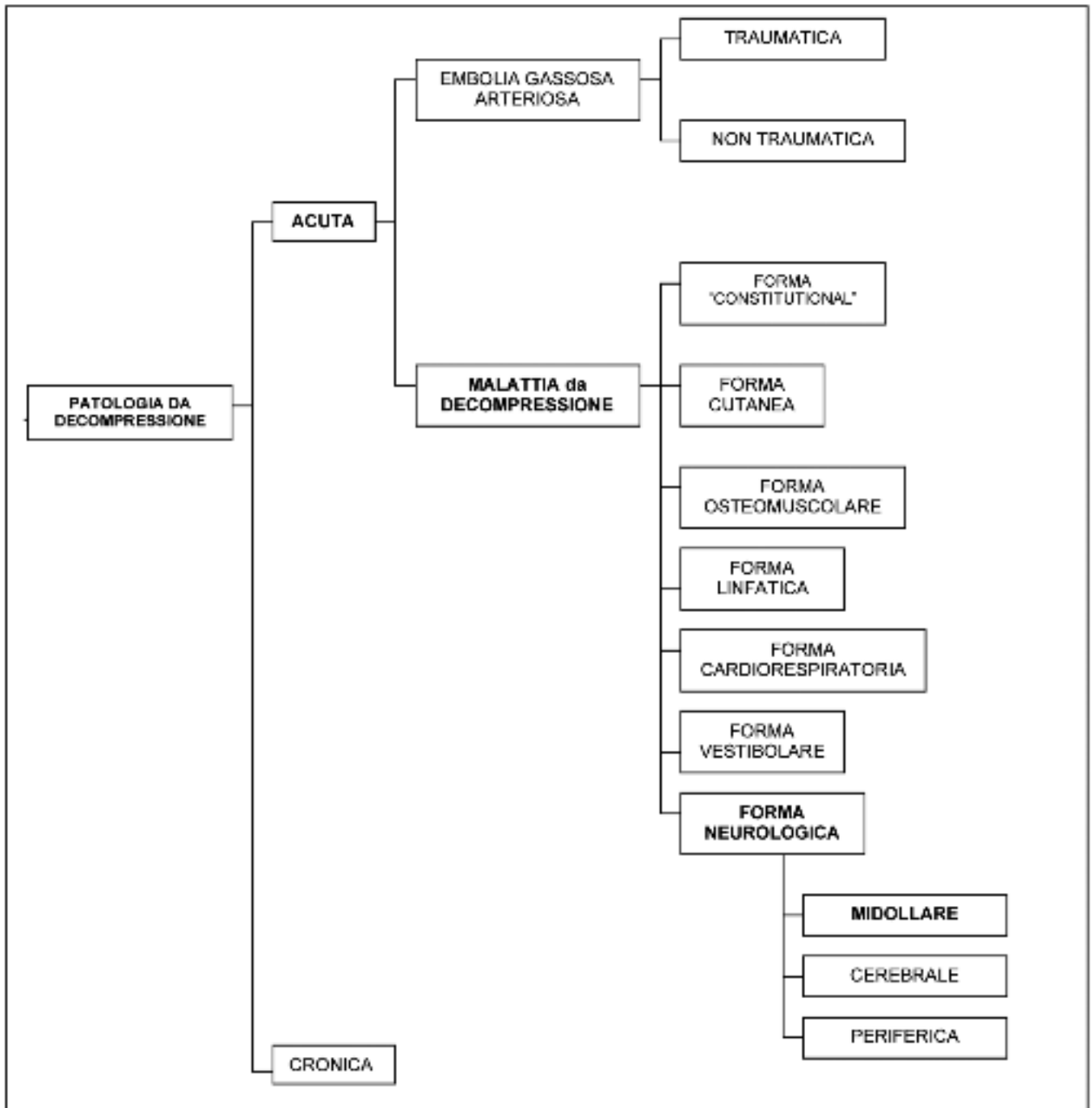
A 90 giorni dall'incidente il subacqueo ha recuperato totalmente la forza e la coordinazione degli arti inferiori, persiste invece una zona di iposensibilità nella regione della coscia destra (radice sensitiva L3).

## Osservazioni

### *Patologia da decompressione*

La patologia da decompressione è uno dei rischi più insidiosi a cui sono esposti coloro che, per professione o per diletto, svolgono attività subacquee. Con il termine "patologia" da decompressione ci si riferisce a tutti i barotraumi in decompressione e alle numerose sindromi che ne conseguono e che comprendono l'embolia gassosa di origine barotraumatica, la "malattia" da decompressione e le forme croniche tra cui l'osteonecrosi asettica disbarica.

Il termine patologia "acuta" da decompressione si riferisce più precisamente alla malattia da decompressione (uno spettro di manifestazioni cliniche eterogenee tra cui si possono distinguere le seguenti forme: cutanea, osteomioartralgica, costituzionale, linfatica, neurologica, vestibolare e cardiopolmonare) e all'embolia gassosa arteriosa di origine barotraumatica e non (**Fig.1**).



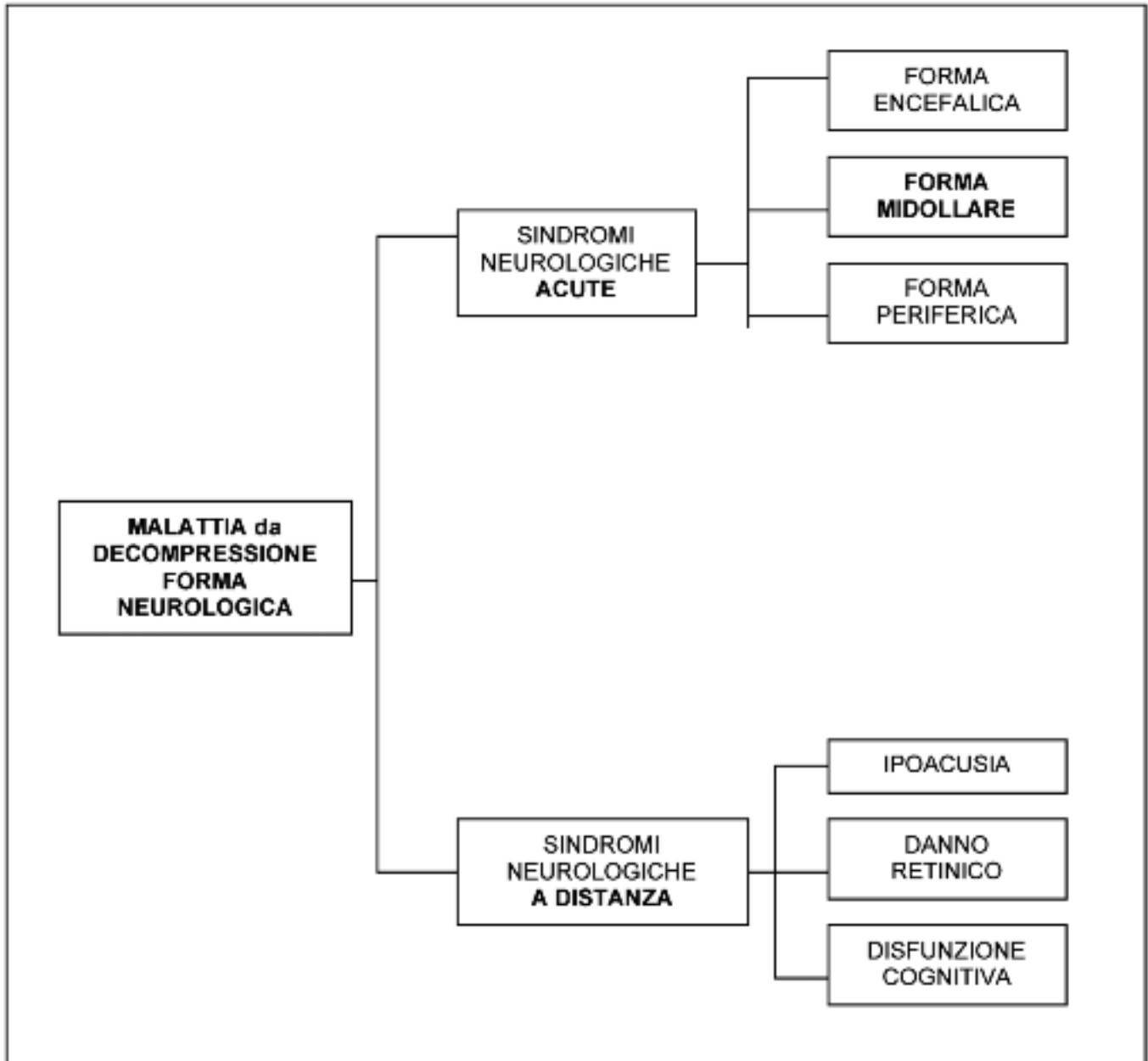
**Fig. 1** - Nuova classificazione delle forme di patologia da decompressione.

### **Forma midollare**

Il caso descritto è paradigmatico di una forma midollare di patologia acuta da decompressione (**Fig. 2**). Spesso l'esordio del quadro sintomatologico è preceduto da un caratteristico dolore addominale o

toracico a cintura. I sintomi motori e sensoriali possono essere i più vari: parestesie, ipoestesi, anestesi, paresi e elegie a varia localizzazione, potendo coinvolgere uno o più arti. Frequentemente si assiste a complicazioni neurologiche di vescica e

retto, con conseguenti ritenzione urinaria ed incontinenza fecale. Un accurato esame obiettivo neurologico consente di diagnosticare precocemente il coinvolgimento vescicale evitando così l'evoluzione verso un possibile globo vescicale.



**Fig. 2** - Classificazione delle forme neurologiche della malattia da decompressione.

### **Patogenesi**

Il fattore iniziale e principale scatenante la patologia da decompressione è la formazione e/o il rilascio di bolle nel sangue e/o nei tessuti. Le bolle possono originare da due fonti:

- *Gas disciolto nei tessuti.* Durante la decompressione, il gas inerte si sposta dai tessuti nel torrente circolatorio,

viene portato ai polmoni e lì espirato. Se questo processo avviene in modo controllato - così che la tensione di gas inerte non raggiunga un livello di sovrasaturazione tale da determinare la formazione di bolle - la decompressione avviene senza la comparsa di alcun sintomo. Tuttavia, se la velocità di decompressione supera la capacità

di rimuovere il gas inerte (da parte dei tessuti, del sistema cardiocircolatorio e dei polmoni), il grado di sovrasaturazione del gas può raggiungere il cut off oltre il quale quest'ultimo non rimane più a lungo in soluzione ed iniziano a formarsi le bolle. Queste possono formarsi in qualsiasi sede, nei tessuti o nel sangue.



- *Barotrauma polmonare durante l'ascesa*. Le bolle possono entrare nel flusso sanguigno sotto forma di emboli gassosi arteriosi in seguito ad un barotrauma polmonare in risalita. Le bolle che si formano con questo meccanismo sono confinate nel sistema vascolare.

Sebbene le bolle possano formarsi con i due differenti meccanismi precedentemente descritti, è spesso difficile - nei singoli casi - conoscere con sicurezza l'effettiva origine delle bolle.

Poiché i sintomi della PDD sono legati alla localizzazione delle bolle e non alla loro origine, è appropriato definire la loro distribuzione, diversa a seconda dei meccanismi di formazione precedentemente menzionati.

- *Bolle di gas disciolto*.

1. Tessuti. Le bolle che si formano in situ nei tessuti sono conosciute con il nome di "bolle autoctone". Possono formarsi in qualsiasi tessuto sebbene tendano a svilupparsi prevalentemente nei tessuti adiposi. Alcuni tessuti - come quello adiposo - possono tollerare una significativa quantità di bolle senza gravi conseguenze. Altri tessuti - come il midollo spinale - sembrano tollerare poco la presenza di bolle.

2. Sangue.

- **Arterioso**. La formazione di bolle nel circolo arterioso è improbabile. La pressione a livello dei vasi arteriosi si oppone alla formazione e alla crescita delle bolle. Calcoli statistici indicano tuttavia che la formazione delle bolle nel sangue arterioso è possibile in caso di rapida velocità di risalita.
- **Venoso**. Numerosi studi hanno dimostrato la presenza di bolle

nel sangue venoso di subacquei asintomatici durante immersioni con profili di decompressione apparentemente sicuri. Queste sono conosciute come "bolle silenziose". L'organismo è in grado di tollerarle perché vengono subito rimosse dalla circolazione attraverso il filtro polmonare (alveoli). Quando la funzione di filtro viene superata le bolle oltrepassano i polmoni e raggiungono la circolazione arteriosa. Un elevato numero di bolle nella circolazione polmonare è responsabile della comparsa dei sintomi respiratori della PDD.

- Il transito di bolle dal distretto venoso a quello arterioso può avvenire prima che il filtro polmonare sia saturo. Nel 25-30% della popolazione normale adulta, il setto può presentare il forame ovale pervio. Questo offre una via alternativa alle bolle per bypassare il filtro polmonare e di conseguenza permette l'arterializzazione delle bolle altrimenti innocue.

- *Embolia gassosa arteriosa da barotrauma polmonare in ascesa*. Queste bolle sono distribuite a tutti i tessuti corporei attraverso il flusso sanguigno.

Gli effetti delle bolle variano a seconda della localizzazione.

- *Bolle autoctone*. Deve essere ancora chiarito completamente il ruolo delle bolle nella patogenesi della PDD. Le ipotesi più probabili includono:

1. Alterazione dell'architettura tissutale. In alcuni tessuti (es. adiposo) la localizzazione delle bolle non determina alcun effetto significativo, in altri (es. sistema nervoso) le bolle possono alterare sensibil-

mente la funzione tissutale.

2. Interruzione della microcircolazione a causa di:

- Compressione.
- Rottura dei vasi.
- **Sindrome compartimentale** in tessuti in compartimenti rigidi (es. midollo osseo).

3. Alterazione dell'attività biochimica tissutale nell'interfaccia tessuto-bolla. Ad esempio rilascio di istamina e conseguente formazione di edema.

- *Bolle arteriose*. Le bolle ostruiscono fisicamente i piccoli vasi arteriosi causando ischemia. A livello della circolazione cerebrale, gli emboli gassosi si muovono attraverso le arterie fino a quando non raggiungono un vaso di diametro più piccolo. In questa sede gli emboli si allungano e assumono una forma cilindrica per poi arrestarsi. La presenza di bolle determina immediata vasodilatazione che garantisce la rimozione dell'embolo e permette la prosecuzione della corsa attraverso l'albero vascolare. Il tempo di permanenza delle bolle nella circolazione cerebrale è breve, nell'ordine di 10 minuti. È quindi probabile che il danno risultante a livello cerebrale, conseguente all'embolia gassosa, sia causato da traumi sul delicato endotelio dei vasi:

- Alterazione della barriera emato-encefalica;
- Interazione leucociti-parete vascolare danneggiata.

Inoltre gli effetti delle bolle possono essere anche suddivisi in:

- *Diretti*. Responsabili della maggior parte della sintomatologia.
  - Alterazione tissutale causata dalla localizzazione di bolle autoctone;
  - Ipossia da ostruzione meccanica della circolazione.

- Indiretti. Responsabili del deterioramento secondario.
  - Risposta infiammatoria.
  - Attivazione piastrinica.
  - Danno endoteliale.

La patogenesi delle forme neurologiche midollari della malattia da decompressione è stata in passato oggetto di sforzo investigativo da parte di numerosi autori. Attualmente sono emerse evidenze che indicano quale *primum movens* del disturbo un'ostruzione localizzata a livello del sistema venoso del midollo spinale. Il processo può essere arbitrariamente suddiviso in:

- Stadio periferico.
- Stadio midollare.
- Modificazioni cardiopolmonari (favorevoli lo sviluppo della sintomatologia, ma non necessarie).

Nello stadio periferico le bolle si formano a livello della microcircolazione sistemica e negli spazi interstiziali, esercitando effetti meccanici diretti ed effetti indiretti legati all'attività innescata dall'interazione bolla-sangue-epitelio. Questo processo può attenuarsi o evolvere in un fenomeno locale. In alcuni casi le bolle si distribuiscono nel sistema venoso vertebrale epidurale (plesso venoso di Butson), conducendo allo stadio midollare. La particolare anatomia di questo plesso (vene prive di valvole a coda di rondine) (**Fig 3**) consente il veloce accumulo delle bolle (non vengono rimosse dal flusso venoso), la loro aggregazione e l'aumento di dimensione. Contemporaneamente, un elevato numero di bolle può invadere le grandi vene e raggiungere le arterie polmonari, innescando un innalzamento acuto della pressione arteriosa polmonare. Questi cambiamenti inducono una congestione venosa ed un innalzamento della pressione venosa a monte che si riflette sul

sistema venoso vertebrale epidurale, promuovendo la stasi venosa, la congestione e facilitando il processo ischemico. Il processo di accumulo, coalescenza e crescita delle bolle nel sistema venoso vertebrale può procedere fino ad una diffusa ostruzione dei canali venosi epidurali.

Le bolle attivano il processo emostatico e l'ostruzione può aggravarsi se la stasi è mantenuta per il tempo necessario a garantire il deposito di fibrina. Il danno endoteliale viene attualmente considerato uno degli effetti secondari legati alla diffusione di bolle in circolo. L'interazione bolla-endotelio a livello vascolare induce la rimozione di cellule dalla membrana basale. Questo causa la perdita delle funzioni endoteliali, favorendo il passaggio di plasma a livello interstiziale (3). L'incremento dei livelli di ematocrito (in concomitanza con la riduzione del volume di plasma nel sangue) correla con la gravità della patologia da decompressione (4).

L'attivazione del complemento è stata osservata sia in vitro che in vivo in animali (ratti) da esperimento ed è stata proposta come un meccanismo di evoluzione della patologia da decompressione. Tuttavia, non si sono riscon-

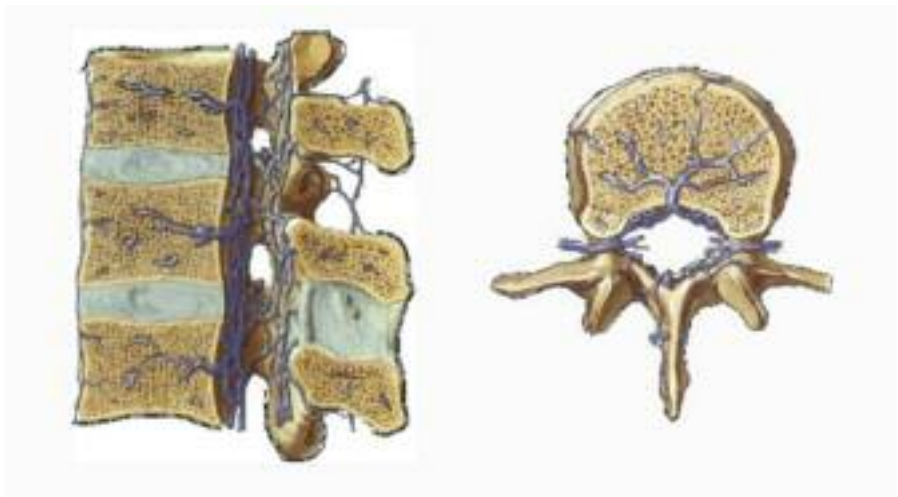
trate evidenze in studi condotti su esseri umani (5).

Le piastrine vengono attivate durante la decompressione e si depositano sulla superficie delle bolle intravascolari. Il numero di piastrine si riduce lievemente dopo immersioni asintomatiche.

Numerosi studi evidenziano il ruolo significativo dei leucociti nella patogenesi della patologia da decompressione. I leucociti aderiscono sia all'endotelio (6) che alle bolle (7). Si depositano a livello di aree cerebrali rese ischemiche da emboli gassosi; la deplezione di neutrofili indotta prima dell'embolia riduce inoltre il danno neurologico.

Il processo patogenetico non consiste in una mera congestione passiva del sistema venoso quale risultato dell'ostruzione vascolare a livello polmonare, ma dipende dall'ostruzione venosa di aree localizzate a livello del circolo vertebrale che si sviluppa fino ad una insufficienza del drenaggio venoso del midollo spinale.

Follow up. Lo sviluppo di una forma midollare di patologia acuta da decompressione impone l'effettuazione di un attento follow up, principalmente al fine di individuare la presenza di eventuali alterazioni ischemiche a livello del midollo



**Fig. 3** - Plesso di Butson.

spinale ed eventuali condizioni predisponenti allo sviluppo di forme neurologiche di patologia da decompressione.

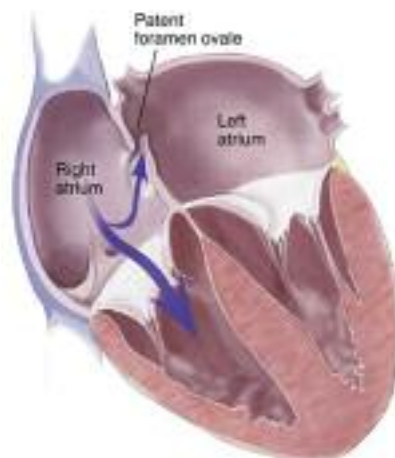
A tale scopo si consiglia di eseguire una RM cerebrale e del rachide, Potenziali evocati, ricerca di forame ovale pervio nelle settimane seguenti la dimissione ospedaliera.

Forame ovale pervio. Il paziente - indagato mediante Ecografia Transesofagea (ETE) - presentava un aneurisma cribroso del setto interatriale con shunt sinistro-destro associato a forame ovale pervio.

Inoltre, all'ecocontrastografia (eseguita con iniezione in bolo di soluzione fisiologica frammista a sangue del paziente), sia con approccio transtoracico che transesofageo, si rileva la presenza di un importante passaggio di microbolle, da destra a sinistra, durante la fase di rilascio della manovra di Valsalva.

Il forame ovale pervio (**Fig. 4**) è un residuo della circolazione fetale e deriva dalla mancata fusione post natale del septum primum con il septum secundum. Si tratta solitamente di una condizione asintomatica e, dall'alta prevalenza nella popolazione, si può dedurre che nella maggior parte dei casi non ha (o ha solo un limitato) significato clinico. Il ruolo del forame ovale pervio nella genesi della patologia da decompressione è stato largamente dibattuto e discusso da neurologi e fisiopatologi subacquei. La presenza del PFO incrementa di cinque volte il rischio di patologia da decompressione: la prevalenza sale da 1 a 5 su 10.000 subacquei e il rischio aumenta proporzionalmente alle dimensioni del PFO (8).

Attualmente la European Diving Technology Committee non include tra gli esami per l'idoneità alla pratica dell'immersione lo screening del PFO prima dell'inizio dell'attività, poiché il



**Fig. 4** - Forame Ovale Pervio.

Ossigenoterapia iperbarica. Alla comparsa della sintomatologia il paziente è stato trattato con una tabella 6 US Navy standard (**Tab. 1**), ripetuta a distanza di poche ore in seguito alla ricomparsa dei sintomi neurologici. In questa prima fase del trattamento, lo scopo della terapia consisteva nella riduzione meccanica (per effetto della pressione) e chimica del volume della bolla.

La persistenza della paraparesi ha indotto gli specialisti a proseguire la terapia iperbarica con cicli di ossigenoterapia iperbarica (OTI) (**Tab. 2**) quotidiani fino alla stabilizzazione del quadro clinico.

**Tab. 1** - Tabella 6 US Navy standard

Profondità	Tempo	Gas
18 m	20 minuti	Ossigeno 100%
	5 minuti	Aria
	20 minuti	Ossigeno 100%
	5 minuti	Aria
	20 minuti	Ossigeno 100%
	5 minuti	Aria
18 m - 9 m	30 minuti	Ossigeno 100%
9 m	15 minuti	Aria
	60 minuti	Ossigeno 100%
	15 minuti	Aria
	60 minuti	Ossigeno 100%
9 m - superficie	30 minuti	Ossigeno 100%

**Tab. 2** - Schema di trattamento di una seduta OTI

Profondità	Tempo	Gas
15 m	30 minuti	Ossigeno 100%
	5 minuti	Aria
	30 minuti	Ossigeno 100%
15 m - superficie	15 minuti	Ossigeno 100%

rischio assoluto è estremamente basso e, in caso di patologia da decompressione, la maggior parte dei pazienti si riprende completamente dopo il trattamento ricomprensivo (9).

L'OTI consiste nella somministrazione incruenta di ossigeno puro (o di miscele gassose iperossigenate), che avviene all'interno di speciali ambienti, le camere iperbariche, al cui interno è possibile

raggiungere una pressione superiore a quella atmosferica mediante pressurizzazione con aria compressa mentre il paziente all'interno respira ossigeno puro o miscele iperossigenate attraverso maschere, caschi o tubi endotracheali.

L'esposizione a pressioni elevate di ossigeno comporta l'aumento della quota di gas trasportata in soluzione nel plasma e disponibile per la respirazione tissutale. A pressioni fra le 2 e le 3 atmosfere assolute (ATA) la quantità di ossigeno trasportato ai tessuti in questa forma può essere anche 15 volte superiore al normale. L'aumento dell'ossigeno disciolto in forma fisica nel plasma comporta la possibilità di ripristinare l'ossigenazione in aree dove i vasi sanguigni sono carenti o danneggiati (aree iposiche o ipoperfuse) permettendo la ripresa di funzioni tissutali e la possibilità di contrastare gli effetti tossici derivanti dall'ipossia tissutale. Inoltre, l'ossigeno iperbarico esplica un'azione di vasocostrizione con riduzione dell'edema post-traumatico (1).

## Conclusioni

Prevenzione della patologia da decompressione. La suscettibilità a sviluppare una patologia da decompressione varia sensibilmente da subacqueo a subacqueo e - per ogni operatore - da immersione ad immersione. Esistono inoltre degli accorgimenti che permettono di minimizzare la probabilità di comparsa di questa malattia (Tab. 3). Ad esempio l'individuazione di fattori di rischio individuali (obesità, mancanza di allenamento, disidratazione, pregressa malattia da decompressione, voli al termine dell'immersione, presenza di forame ovale pervio, fatica, comorbidità al momento dell'immersione, età, utilizzo di farmaci) e fattori predisponenti di carattere tecnico quali la scelta di tabelle conservative ("no-decompression limits"), attenersi alla velocità di risalita prevista, effettuare gli stop previsti dalle tabelle decompressive, evitare immersioni ripetute, profonde o di durata eccessiva, evitare immersioni in acque fredde, massimizzare gli inter-

valli di superficie, seguire un corretto profilo di immersione (Fig. 5), ridurre al minimo gli sforzi e l'effettuazione di manovre di Valsalva al termine dell'immersione (utilizzo di ascensori per permettere la risalita degli operatori sull'unità di supporto).

Trattamento della patologia da decompressione. Attualmente, il trattamento in camera di decompressione (Tabella 6 US Navy e cicli OTI) del subacqueo con forma neurologica midollare di patologia da decompressione e la sua idratazione per via orale ed endovena (soluzione fisiologica 0.9 NaCl o Ringer lattato) rappresentano gli unici presidi terapeutici in grado di consentire la parziale - e talvolta totale - regressione dei sintomi.

Forame ovale pervio. Allo stato attuale le normative vigenti per l'accertamento all'idoneità psico-fisica del personale della Marina Militare da destinare all'attività subacquea, pur prevedendo un approfondimento clinico-diagnostico cardio-vascolare a riposo e durante sforzo - finalizzato ad escludere la presenza di cardiopatie strutturali e/o aritmiche - non contempla la valutazione di situazioni potenzialmente predisponenti al verificarsi di incidenti embolici durante tali attività.

## Bibliografia

1. **Linee guida sulle indicazioni all'ossigenoterapia iperbarica.** SIAARTI, SIMSI, ANCIP (2007).
2. **Recommendation of the Jury of the 7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine, Lille (2004).**
3. **Brunner F., Frick P., Buehlmann A.:** *Post-decompression shock due to extravasation of plasma.* Lancet 1:1071-73, 1964.

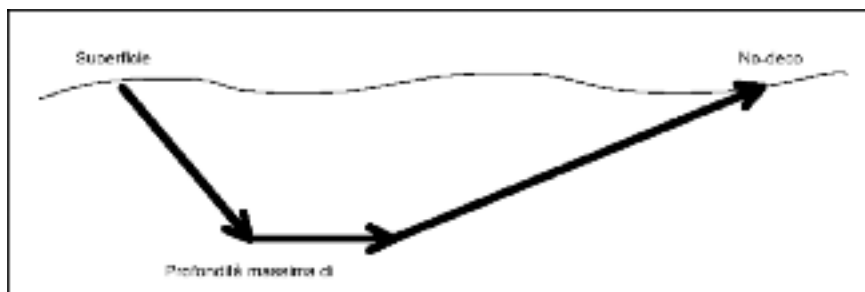


Fig. 5 - Profili di immersione ideali

**Tab. 3 - Fattori predisponenti lo sviluppo di patologia da decompressione (in grassetto i fattori di rischio per i quali c'è evidenza di incrementato rischio di PDD) (10).**

Fattori di rischio	
Individuali	Età
	Massa grassa
	Forame ovale pervio
	Disidratazione
	<b>Mancanza di allenamento</b>
	Pregressa malattia da decompressione
	<b>Volo al termine dell'immersione</b>
	Farmaci
	Comorbidità
	<b>Ridotta capacità aerobica</b>
Tecnici legati all'immersione	Elevato tempo sul fondo
	Gravosa attività svolta in quota (fatica)
	Profondità elevata (> 30 m)
	<b>Bassa temperatura dell'acqua</b>
	Velocità di ascesa
	Tabelle decompressive poco conservative
	Fermate decompressive non rispettate
	Profilo di immersione non standard
	Breve intervallo di superficie
	<b>Immersione ripetuta</b>

**4. Boussuges A., Blanc P., Molenat F. et al.:**

*Haemoconcentration in neurological decompression illness.*

Int J Sport Med 17: 351-55, 1996.

**5. Neuman T., Thom S.:**

*Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy;*

ch 14 p 287.

**6. Levin L.L. , Stewart G.J., Lynch P.R. et al.:**

*Blood and blood vessel wall changes induced by decompression sickness in dogs.*

J Appl Physiol 50:944-9, 198.

**7. Albertine K.H., Wiener- Kronish J.P., Koike K. et al.:**

*Quantification of damage by air emboli to lung microvessels in anesthetized sheep.*

J Appl Physiol 57: 1360-8, 1984

**8. Torti S.R., Billinger M., Schwerzmann M. Eur Heart J.:**

*Risk of decompression illness among 230 divers in relation to presence and size of patent foramen ovale. (2004).*

**9. Wendling J., Elliott D., Nome T.:**

*Fitness to dive standards. Guidelines for medical assessment of working divers.*

Technical report. European Diving Technology Committee (2003).

**10. ADivP-2(B) Sezione 2: 0410.**



**Le Forze Armate in prima linea**  
**CAMPAGNA PER LA DONAZIONE DI**  
**SANGUE, ORGANI, TESSUTI E CELLULE**

**LE FORZE ARMATE DIFENDONO LA VITA**  
**INIZIATIVA A CURA**  
**DELL'ISPettorato GENERALE DELLA SANITA' MILITARE**

# Sindrome di Brugada: dalla clinica alla valutazione medico-legale

Brugada Syndrome: from clinic to medico-legal assessment

Vincenzo Russo\* ° Anna Rago \* Valerio Giordano \* Andrea Antonio Papa \*  
Salvatore Morra\* ° Raffaele Calabrò \* Gerardo Nigro \*



**Riassunto** - La Sindrome di Brugada (SB) è una malattia geneticamente determinata caratterizzata da alterazioni elettrocardiografiche tipiche ed associata ad un elevato rischio di morte cardiaca improvvisa per tachiaritmie ventricolari maligne in soggetti con cuore strutturalmente sano. Questa breve rassegna ha lo scopo di fornire al medico militare gli strumenti necessari per la definizione diagnostica e la stratificazione prognostica della patologia allo scopo di elaborare un corretto giudizio di idoneità alla pratica dell'attività sportiva agonistica e/o del servizio militare.

**Parole chiave:** Sindrome di Brugada; morte cardiaca improvvisa; aritmie ventricolari; idoneità al servizio militare.

**Summary** - Brugada Syndrome is a genetically determined disorder characterized by typical electrocardiographic alterations and high risk for sudden cardiac death, affecting young subjects with structurally normal hearts. Our brief review aims to provide the military medical community physician with the diagnostic and prognostic tools need to correct evaluation of eligibility in competitive sports or military activities.

**Key words:** Brugada Syndrome; sudden cardiac death; ventricular arrhythmias; eligibility in military activities.

° S.Ten. Me. 3° Reparto Corpo Militare Speciale Ausiliario Esercito Italiano – Sovrano Militare Ordine di Malta.

\* Dipartimento di Scienze Cardiotoraciche e Respiratorie, Cattedra di Cardiologia, Seconda Università degli studi di Napoli, Ospedale Monaldi – Napoli.

• Servizio Sanitario 4° R.T.M. Borgo Piave (LT).



## Definizione

La Sindrome di Brugada (SB), descritta la prima volta nel 1992 da Pedro e Joseph Brugada (1), è una malattia geneticamente determinata caratterizzata da tipici segni elettrocardiografici e da una predisposizione alla morte cardiaca improvvisa secondaria ad episodi di tachicardia ventricolare polimorfa o fibrillazione ventricolare in assenza di cardiopatia strutturale.

## Epidemiologia

Gli intervalli di prevalenza stimati della Sindrome di Brugada vanno dal 1-5 / 10,000 in Europa a 12/10,000 tra gli abitanti del sud est Asiatico, con una penetranza variabile (2, 3). La patologia è più comune tra gli uomini (circa il 80% dei pazienti); l'età media alla diagnosi è

di 40-45 anni e la maggior parte degli eventi aritmici avviene a quell'età, soprattutto durante il sonno, il riposo o dopo i pasti di eccessiva portata. La SB è responsabile del 4% di tutte le morti improvvise e di circa il 20% delle morti improvvise nei pazienti senza cardiopatia strutturale. La prevalenza della patologia in Italia si attesta tra i 2-3/10,000 abitanti in maniera del tutto simile quindi a quanto accade nel resto d'Europa (4).

## Genetica

La SB è una malattia ereditaria trasmessa come carattere autosomico dominante con basi genetiche eterogenee, ad oggi sono infatti state individuate mutazioni in 10 geni diversi (**Tab. 1**), ed è molto probabile che il numero di difetti genetici responsabili

della patologia continuerà ad aumentare. Il più comune genotipo responsabile di circa 20% delle SB è rappresentato dalle mutazioni (circa 300) a carico del gene SCN5A (5) che mappa sul cromosoma 3 e determina una perdita di funzione del canale del sodio presente nelle fibrocellule muscolari cardiache (6). Le mutazioni identificate provocano una precoce riduzione e/o inattivazione della corrente I<sub>Na</sub>-late: venendo meno l'ingresso di cariche positive, la fuoriuscita di ioni K<sup>+</sup> (corrente I<sub>to</sub>), non più controbilanciata, associata all'ingresso del cloro, induce una rapida caduta della positività intracellulare. Questo fenomeno si realizza esclusivamente nelle cellule epicardiche, mentre quelle endocardiche conservano un potenziale d'azione normale (7). Si viene così a creare durante la fase 1 un gradiente elettrico, cioè una differenza di poten-

**Tab. 1 - Geni coinvolti nelle diverse varianti di Sindrome di Brugada**

Variante di BS	Gene	Corrente ionica	Difetto funzionale	Ereditarietà	% di presentazione
BS1	SCN5A	I <sub>na</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	11-20 %
BS2	GPD1L	I <sub>na</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS3	CACNA1	I <sub>ca</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS4	CACNB2	I <sub>ca</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS5	SCN1B	I <sub>na</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS6	KCNE3	I <sub>to</sub>	Aumento di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS7	SCN3B	I <sub>na</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS8	MOG1	I <sub>na</sub>	Diminuzione di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS9	KCNE5	I <sub>to</sub>	Aumento di funzione	Autosomica dominante	< 1 %
BS10	KCND3	I <sub>to</sub>	Aumento di funzione	Autosomica dominante	< 1 %



ziale, fra endocardio ed epicardio del tratto di efflusso del ventricolo destro, che è responsabile della comparsa dell'onda J all'elettrocardiogramma ed espressione di una pronunciata eterogeneità dei potenziali di azione trans membrana, base elettrofisiologica per i meccanismi di rientro responsabili di fibrillazione ventricolare (8).

### Caratteristiche elettrocardiografiche

La diagnosi di Sindrome di Brugada è basata sulla corretta interpretazione dell'elettrocardiogramma di superficie a 12 derivazioni. Classicamente vengono descritti 3 pattern elettrocardiografici tipici da ricercare nelle derivazioni precordiali destre (V1- V3) (**Fig. 1**):

- Tipo 1: caratterizzato da ST sopraslivellato (> 2mm), convesso (coved) che ha tipicamente un andamento discendente, seguito da onda T negativa.
- Tipo 2: caratterizzato da ST sopraslivellato (> 2mm), a sella (saddle back) piatto o ascendente, seguito da onda T positiva.
- Tipo 3: caratterizzato da ST sopraslivellato < 2 mm.

Talora queste alterazioni sono associate alla presenza di blocco di branca destra, la cui presenza non è però necessaria per la diagnosi.

Il pattern elettrocardiografico di tipo 1, se presente in almeno due derivazioni precordiali destre (V1-V3), permette un'immediata diagnosi di Sindrome di Brugada (**Fig. 2**). I pattern elettrocardiografici di tipo 2 e 3 sono considerati suggestivi, ma non diagnostici della SB. La sensibilità diagnostica dell'elettrocardiogramma è aumentata se gli elettrodi precordiali vengono posizionati a livello del 2-3° spazio intercostale.

Diagnosi differenziale elettrocardiografica dal blocco di branca destra

La prima diagnosi differenziale del pattern elettrocardiografico Brugada deve essere posta con il blocco di branca destra incompleto. Di seguito alcune caratteristiche elettrocardiografiche peculiari delle due condizioni, apparentemente simili ma con implicazioni prognostiche estremamente differenti:

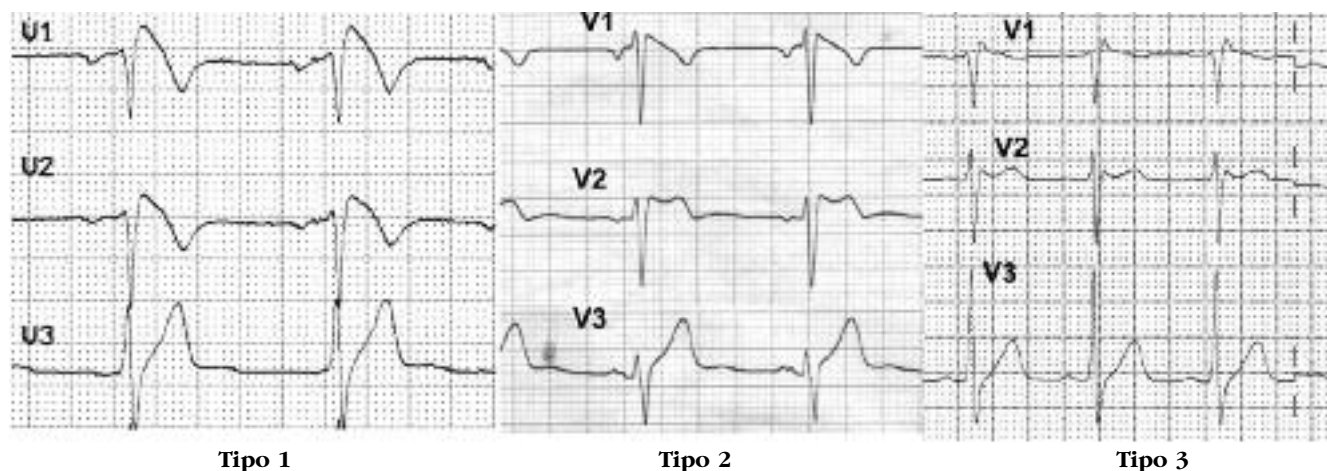
*Pattern di Brugada:* presenza di una deflessione positiva lenta alla giunzione R-ST ("onda J") nelle derivazioni V1 e V2, con alterazioni reciproche assenti o minime nelle derivazioni D1 e V5/V6. Tratto ST diventa discendente, seguito

da una onda T negativa (tipo 1 o coved type) o positiva (tipo 2 o saddle-back). *Blocco di branca destra incompleto:* l'onda R' registrata in V1 e V2 è associata ad una onda S reciproca in D1 e V5/V6, e non è dimostrabile alcun sopraslivellamento del tratto ST nelle derivazioni precordiali destre (**Fig. 3**).

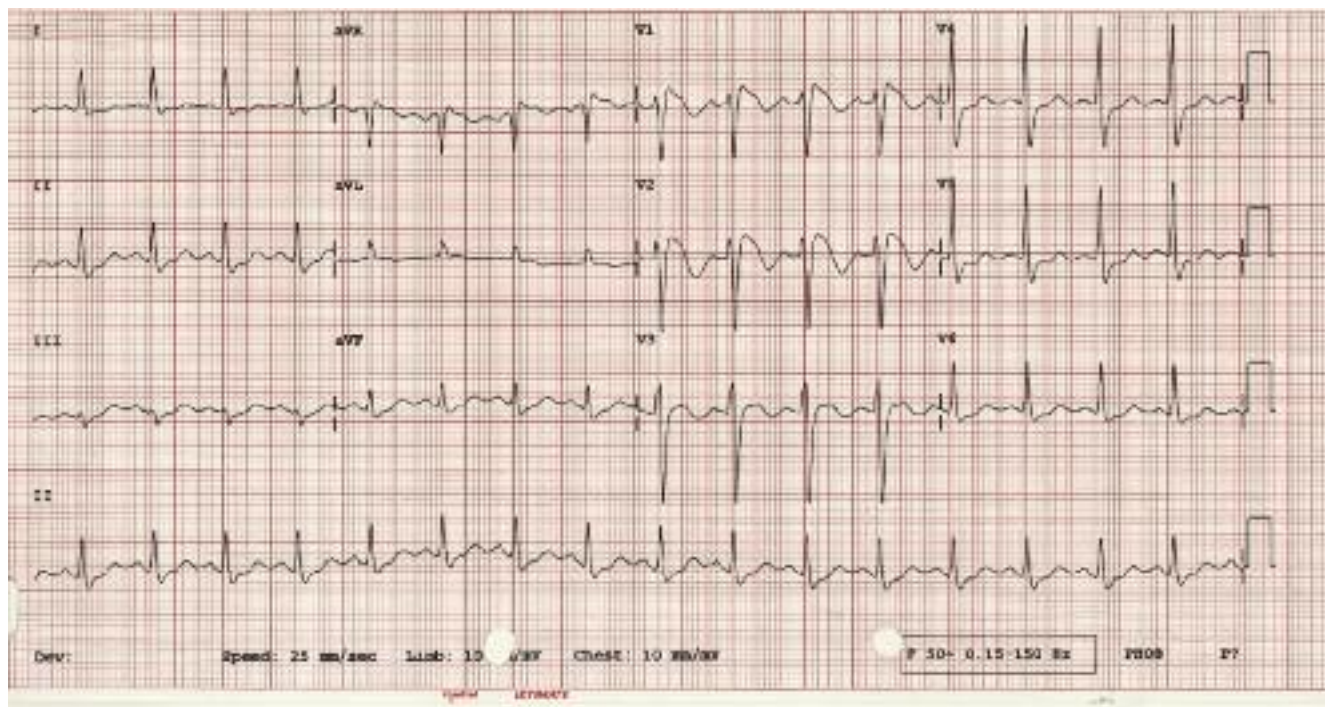
A differenza dell'onda R' osservata nel blocco di branca destro incompleto, l'onda J tipica della sindrome di Brugada non indica un ritardo nell'attivazione del ventricolo destro ma piuttosto una ripolarizzazione precoce con sopraslivellamento del punto J e della parte iniziale del tratto ST (9)

### Test farmacologico

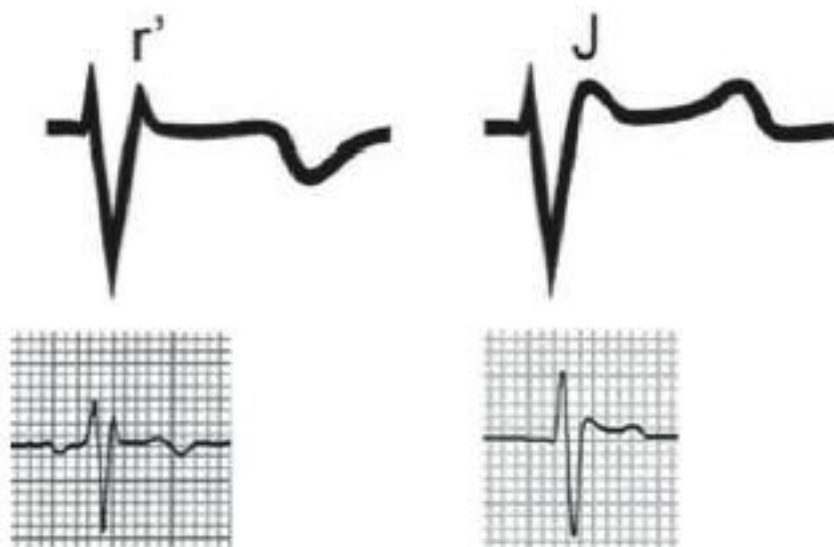
In caso di pattern elettrocardiografico di tipo 2 o 3, suggestivo ma non diagnostico di Sindrome di Brugada, si rende necessario effettuare un test farmacologico con antiaritmici di classe I con proprietà bloccanti i canali del sodio (Flecainide, Ajmalina, procainamide, disopiramide, propafenone e pilsicainide). Il test farmacologico viene considerato positivo quando l'infusione del farmaco determina la slan-



**Fig. 1** - Pattern elettrocardiografici di Sindrome di Brugada.



**Fig. 2** - Elettrocardiogramma tipico di Sindrome di Brugada



**Fig. 3** - Distinzione fra l'onda r' del blocco di branca destra e l'onda J del pattern di Brugada.

tentizzazione di pattern elettrocardiografico di tipo 1. Durante il test, da effettuare in sala di elettrofisiologia, si posizionano gli elettrodi precordiali V1-V2 al 2° e 3° spazio intercostale, per aumentare la sensibilità diagnostica della procedura.

### Diagnosi

La diagnosi di Sindrome di Brugada si può effettuare quando è presente un pattern ECGgrafico di tipo 1, spontaneo o indotto da farmaci bloccanti i canali del sodio, in aggiunta ad una delle

seguenti manifestazioni cliniche: Storia di episodi parossistici spontanei di tachicardia ventricolare (VT) e fibrillazione ventricolare (VF) o morte improvvisa cardiaca abortita; Storia familiare di morte cardiaca improvvisa o ECG di tipo "coved"; Respiro agonica notturno; Sincope inspiegata; Inducibilità di TV/FV allo studio elettrofisiologico endocavitario.

L'analisi genetica per gli elevati costi, la limitata accessibilità ai laboratori, la bassa sensibilità diagnostica non è considerata uno strumento da utilizzare nella pratica clinica, se non in casi estremamente selezionati. Si ritiene che mutazioni a carico dei geni elencati siano presenti circa nel 25-30% dei soggetti clinicamente affetti. Se il test genetico risulta negativo, non si dovrà concludere che la diagnosi clinica deve essere riconsiderata, ma che probabilmente il difetto genetico della famiglia in studio è localizzato su un gene diverso non ancora identificato.

## Stratificazione del rischio

La stratificazione del rischio aritmico e di morte improvvisa nei pazienti affetti da Sindrome di Brugada è una questione ancora aperta e resta un obiettivo prioritario di numerosi gruppi di ricerca (10,11). Gli studi condotti in questi anni sono concordi nell'evidenziare che la morte improvvisa tende a colpire prevalentemente i maschi affetti, con un rischio 5,5 volte più elevato di morte improvvisa rispetto alle donne, nella terza/quarta decade di vita ed è rara nei bambini e negli anziani. Si considerano a rischio maggiore di morte improvvisa i soggetti con pattern elettrocardiografico tipo 1 spontaneo sintomatici per sincope. I soggetti con pattern elettrocardiografico tipo 1 spontaneo asintomatici hanno un rischio di morte improvvisa che oscilla tra 1-8 % nelle varie casistiche ed un rischio 7,7

volte maggiore di sviluppare un evento aritmico nel corso della vita rispetto ai soggetti con pattern indotto. I soggetti con pattern tipo 2 e 3 hanno generalmente prognosi benigna (anche se dopo farmaci della classe 1 compare un tipo 1). Le forme familiari della malattia, non sono associate ad una prognosi peggiore rispetto alle forme sporadiche. L'utilità dello studio elettrofisiologico endocavitario per la stratificazione del rischio aritmico è ancora controversa (11-14). Le attuali linee guida (15) suggeriscono l'esecuzione di studio elettrofisiologico per la stratificazione del rischio in tutti i pazienti con pattern ECG tipo 1 (spontaneo o indotto) asintomatici con la sola eccezione dei soggetti con pattern tipo 1 indotto asintomatici e familiarità negativa per morte improvvisa, per cui si raccomanda il follow-up clinico-strutturale.

## Trattamento

Al momento non è disponibile alcuna terapia farmacologica di provata efficacia nell'aumentare la sopravvivenza nella SB. Nella **tabella 2** sono elencati i farmaci da evitare in pazienti affetti dalla patologia (16).

L' impianto di defibrillatore (ICD) rappresenta quindi l'unica strategia di provata efficacia per la prevenzione della morte improvvisa nei pazienti affetti da Sindrome di Brugada ed è raccomandato nei:

- Soggetti con pattern ECG tipo 1 (spontaneo o indotto) e morte cardiaca abortita;
- Soggetti con pattern ECG tipo 1 (spontaneo o indotto) sintomatici per sincope, convulsioni o la respirazione notturna agonica, dopo che le cause non cardiache di questi sintomi siano state accuratamente escluse;

**Tab. 2 - Farmaci e condizioni da evitare nella Sindrome di Brugada**

### Farmaci da evitare se possibile

<b>Antiarritmici</b>	Amiodarone, Cibenzolina, Disopyramide, Lidocaina, Propranololo, Verapamil
<b>Psicotropi</b>	Carbamazepina, Ciamemazina, Dosulepina, Doxepina, Fluoxetine, Fluvoxamina, Imipramina, Maprotilina, Paroxetina, Perfenazina, Fenitoina, Tioridazina
<b>Anestetici</b>	Ketamine, Tramadol
<b>Altre sostanze</b>	Demenidrinato, Difenilidramina, Edrofonio, Indapamida, Metoclopramida, Terfenadina/Fexofenadina

### Farmaci da evitare assolutamente

<b>Antiarritmici</b>	Ajmalina, Flecainide, Procainamide, Propafenone
<b>Psicotropi</b>	Amitriptilina, Clomipramina, Desipramina, Litio, Loxapina, Nortriptilina, Oxcarbazepina, Trifluoperazina
<b>Anestetici</b>	Bupivacaina, Procaina, Propofol
<b>Altre sostanze</b>	Acetilcolina, Alcool, Cocaina, Ergonovina



- Soggetti con pattern ECG tipo 1 (spontaneo o indotto) asintomatici, con storia familiare di morte improvvisa, ed indicibilità di TV/FV allo studio elettrofisiologico.

I soggetti asintomatici con pattern ECGgrafico di tipo 1 indotto ed assenza di familiarità per morte improvvisa devono essere seguiti nel tempo con ECG-Holter 24H seriati o mediante impianto di loop recorder.

## Valutazione medico-legale

### *Idoneità Sportiva Agonistica*

In accordo ai protocolli cardiologici per il giudizio di idoneità allo sport agonistico COCIS 2009 (17), l'idoneità può essere concessa in tutti i casi in cui non vi sia la documentazione spontanea o indotta di un pattern elettrocardiografico tipo 1, mentre va negata nei soggetti sintomatici o asintomatici con pattern tipo 1 spontaneo o indotto da farmaci. Il motivo di tale scelta è da ricercare non tanto nella correlazione tra attività fisica e morte improvvisa, visto che nella sindrome di Brugada la morte improvvisa si verifica generalmente a riposo, specialmente di notte, durante fasi di prevalenza vagale, quanto all'attuale scarsa conoscenza dei possibili effetti negativi dell'ipertono vagale indotto dall'allenamento.

### *Idoneità al Servizio Militare*

Nel Decreto del Ministero della Difesa n. 114 del 4 aprile 2000, concernente «Regolamento recante norme in materia di accertamento dell'idoneità al servizio militare» (18), la Sindrome di Brugada non è contemplata tra le patologie del sistema cardiovascolare, tuttavia per criterio analogico può essere considerata nell'ambito delle "gravi turbe

del ritmo cardiaco e le gravi anomalie del sistema specifico di conduzione" e come tale motivo di non idoneità al servizio militare.

In soggetti con pattern elettrocardiografico tipo 2 o 3, in cui non vi sia documentazione di pattern tipo 1, spontaneo e/o indotto, con familiarità negativa per morte improvvisa, asintomatici per sincope e con negatività ai test genetici, l'idoneità al servizio militare può essere concessa con un profilo sanitario che, ai sensi della direttiva tecnica del 5 Dicembre 2005 della Direzione Generale della Sanità Militare (19), è inquadrabile in fascia B considerando il pattern elettrocardiografico tipo 2 o 3 come "Ritardo di attivazione intraventricolare destro di grado avanzato, stabile e non espressione di sovraccarico ventricolare o di altra patologia."

Nel Decreto del Ministero della Difesa del 16 settembre 2003 (20) concernente "Elenco delle imperfezioni ed infermità che sono causa di non idoneità ai servizi di navigazione aerea e criteri da adottare per l'accertamento e la valutazione ai fini dell'idoneità" che si applica ai piloti, navigatori e al personale impiegato a bordo di aereomobili con altre mansioni, dell'aeronautica Militare, delle Forze Armate, dei corpi armati dello stato e dei vigili del fuoco, la Sindrome di Brugada può essere considerata nell'ambito delle "anomalie elettrocardiografiche indicative per un potenziale rischio di aritmie gravi" e come tale causa di inidoneità ai sensi dell'articolo 14 comma g.

Nel Decreto n° 78 del 11 marzo 2008 del Ministero dell'Interno riguardante il "Regolamento concernente i requisiti di idoneità fisica, psichica e attitudinale per l'ammissione ai concorsi pubblici per l'accesso ai ruoli

*del personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco*", la Sindrome di Brugada è annoverata tra le infermità ed imperfezioni dell'apparato cardio-circolatorio cause di non idoneità all'ammissione ai concorsi pubblici per l'accesso alle qualifiche di vigile del fuoco, vice ispettore antincendi, vice direttore, vice direttore medico e vice direttore ginnico-sportivo.

## Conclusioni

La Sindrome di Brugada è una malattia ereditaria geneticamente determinata responsabile di circa il 20% della morti improvvise in cuori strutturalmente sani. La sua diagnosi è spesso misconosciuta per la non corretta identificazione dei pattern elettrocardiografici indicativi o suggestivi di malattia. L'elettrocardiogramma di superficie rappresenta ancora oggi l'unica arma a disposizione del medico per una corretta valutazione diagnostica e la base di partenza per la stratificazione prognostica della patologia ed il conseguente iter terapeutico. L'ufficiale medico militare addetto alle visite di arruolamento e di verifica periodica deve saper riconoscere i segni elettrocardiografici della patologia, valutare i potenziali rischi, indicare gli accertamenti diagnostici specialistici da praticare per una corretta stratificazione del rischio e ragguagliare il paziente circa le attuali strategie terapeutiche; inoltre alla luce della definizione diagnostica e della valutazione prognostica effettuata presso centro specialistico deve essere in grado di effettuare un giudizio di idoneità alla pratica dell'attività sportiva agonistica e/o del servizio militare.

## Bibliografia

- 1. Brugada P, Brugada J.:**  
*Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death: A distinct clinical and electrocardiographic syndrome: A multicenter report.*  
J Am Coll Cardiol 1992; 20: 1391 - 1396.
- 2. Hermida JS, Lemoine JL, Bou Aoun F, Jarry G, Rey JL, Quiret JC.:**  
*Prevalence and mortality of the Brugada syndrome in an apparently healthy population.*  
Eur Heart J 2000; 86: 91 - 94.
- 3. Miyasaka Y, Tsuji H, Yamada K et al.:**  
*Prevalence and mortality of the Brugada-type electrocardiogram in one city in Japan.*  
J Am Coll Cardiol 2001; 38: 771 - 774.
- 4. Priori SG, Napolitano C, Giordano U, Collisani G, Memmi M.:**  
*Brugada syndrome and sudden cardiac death in children.*  
Lancet 2000; 355: 808-9.
- 5. Kapplinger JD, Tester DJ, Alders M et al.:**  
*An international compendium of mutations in the SCN5A-encoded cardiac sodium channel in patients referred for Brugada syndrome genetic testing.*  
Heart Rhythm 2010; 7: 33 - 46.
- 6. London B, Michalec M, Mehdi H et al.:**  
*Mutation in glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1-like gene (GPD1-L) decreases cardiac Na<sup>+</sup> current and causes inherited arrhythmias.*  
Circulation 2007; 116: 2260 - 2268.
- 7. Naccarelli GV, Antzelevitch C.:**  
*The Brugada syndrome: clinical, genetic, cellular, and molecular abnormalities.*  
Am J Med 2001; 110: 573-81.
- 8. Antzelevitch C.:**  
*The Brugada syndrome: ionic basis and arrhythmia mechanisms.*  
J Cardiovasc Electrophysiol 2001;12: 268-72.
- 9. Oreto G, Corrado D, Delise P et al.:**  
*Doubts of the cardiologist regarding an electrocardiogram presenting QRS V1-V2 complexes with positive terminal wave and ST segment elevation. Consensus Conference promoted by the Italian Cardiology Society.*  
G Ital Cardiol (Rome). 2010 Nov;11(11 Suppl 2):3S-22S.
- 10. Priori SG, Napolitano C, Gasparini M et al.:**  
*Natural history of Brugada syndrome: Insights for risk stratification and management.*  
Circulation 2002; 105: 1342 - 1347.
- 11. Brugada J, Brugada R, Antzelevitch C, Towbin J, Nademanee K, Brugada P.:**  
*Long-term follow-up of individuals with the electrocardiographic pattern of right bundle-branch block and ST-segment elevation in precordial leads V1 to V3.*  
Circulation 2002; 105: 73 -78.
- 12. Brugada J, Brugada R, Brugada P.:**  
*Determinants of sudden cardiac death in individuals with the electrocardiographic pattern of Brugada syndrome and no previous cardiac arrest.*  
Circulation 2003; 108: 3092-6.
- 13. Eckardt L, Probst V, Smits JPP et al.:**  
*Long-term prognosis of individuals with right precordial ST-segment- elevation Brugada syndrome.*  
Circulation 2005; 111: 257 - 263.
- 14. Probst V, Veltmann C, Eckardt L et al.:**  
*Long-term prognosis of patients diagnosed with Brugada syndrome: Results from the FINGER Brugada Syndrome Registry.*  
Circulation 2010; 121: 635 - 643.
- 15. Antzelevitch C, Brugada P, Borggrefe M et al.:**  
*Brugada syndrome: report of the second consensus conference: endorsed by the Heart Rhythm Society and the European Heart Rhythm Association.*  
Circulation 2005; 111: 659-70.
- 16. <http://www.brugadadrugs.org>**
- 17. AA.VV.:**  
*Protocolli cardiologici per il giudizio di idoneità allo sport agonistico 2009.*  
Med Sport 2010;63:5-137.
- 18. Gazzetta Ufficiale n. 107 del 10 Maggio 2000.**
- 19. Gazzetta Ufficiale n. 300 del 27 Dicembre 2005 - Suppl. Ordinario n. 207.**
- 20. Gazzetta Ufficiale n. 242 del 17 Ottobre 2003.**
- 21. Gazzetta Ufficiale n. 93 del 19 Aprile 2008.**



STATO MAGGIORE DELLA DIFESA  
ISPETTORATO GENERALE DELLA SANITÀ MILITARE

*Dona la speranza ...  
Dona il sangue!*

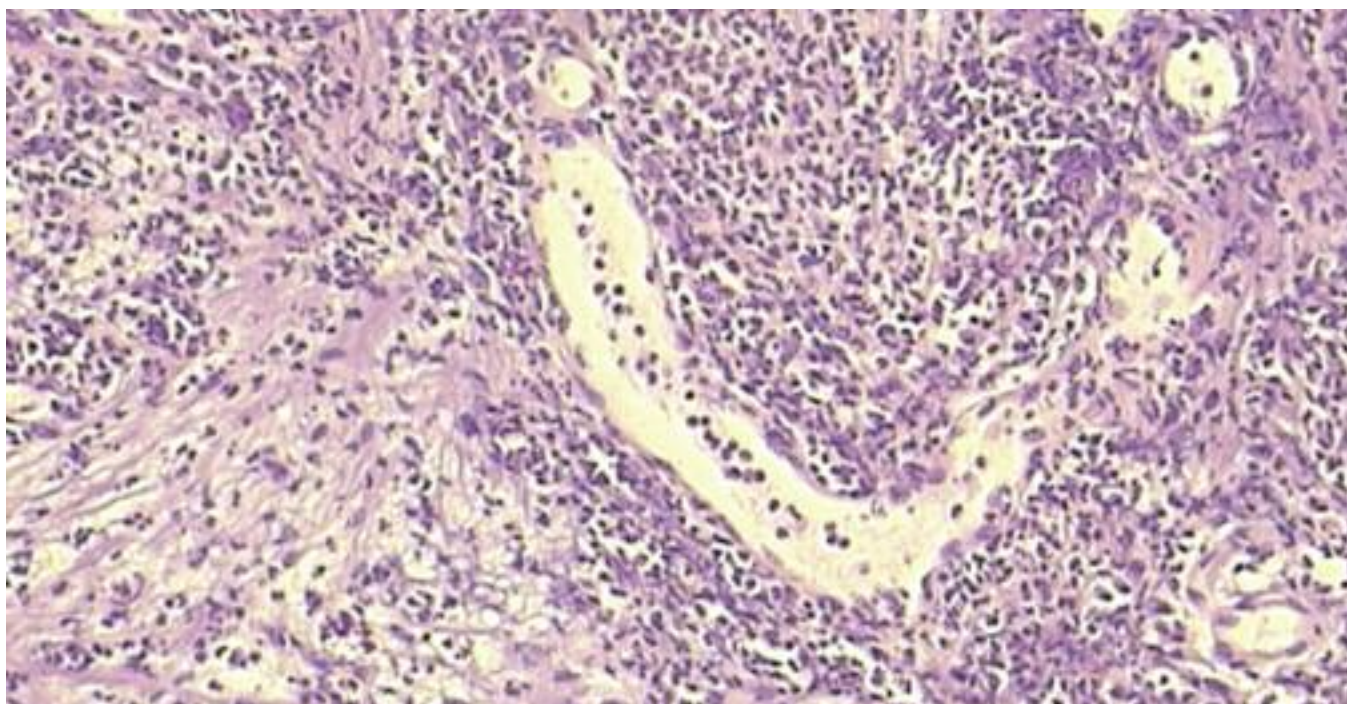


Ufficio di Direzione e Coordinamento del  
Servizio Trasfusionale Militare  
Via Santo Stefano Rotonda, 4 - 00184 - Roma  
06 777039212 - fax 06 777039334

# Mastite plasmacellulare nell'uomo: una revisione della letteratura

Plasma cell mastitis in males: a review of the literature

Vittorio Pasta \*   Paolo Urciuoli \*   Valerio D'Orazi \*   Daniela Sottile \*   Raffaele Merola \*  
Massimo Vergine \*   Maria Stella Malavenda \*   Massimo Monti \*



**Riassunto** - La mastite plasmacellulare è una patologia molto rara nell'uomo, infatti dal 1974 al 2011 sono stati descritti solo 11 casi. L'esperienza di un paziente maschio affetto da mastite plasma cellulare venuto alla nostra osservazione e l'iter diagnostico terapeutico ci ha stimolato alla presente revisione della letteratura in considerazione della rarità di detta malattia nell'uomo e pertanto delle diverse problematiche diagnostiche – terapeutiche ad essa connessa.

Va sottolineato che la mastite plasma cellulare, che potrebbe essere interpretata come carcinoma mammario, talvolta può essere la spia di malattie del sistema immunitario come la granulomatosi di Weger, la malattia di Behet, il diabete mellito, e AIDS.

**Parole chiave:** Mastite plasmacellulare, mastite nell'uomo.

**Summary** - Plasma cell mastitis is a very rare condition in males, in fact from 1974 to 2011 only 11 cases have been described. The experience of a male patient suffering from plasma cell mastitis who came to our observation and his diagnostic therapeutic course, encouraged us to this review of the literature, considering the rarity of this disease in men and therefore its different diagnostic and therapeutic related problems.

It should be emphasized that plasma cell mastitis, sometimes misinterpreted as breast cancer, it may sometimes be the indicator of diseases of the immune system such as Weger's granulomatosis, Bechet's disease, diabetes mellitus, and HIV.

**Key words:** Plasma cell mastitis, mastitis in males, breast cancer.

\* Dipartimento di scienze chirurgiche - Facoltà di Medicina e Odontoiatria - Università di Roma "La Sapienza".

## Introduzione

La mastite plasmacellulare è malattia caratterizzata da una reazione flogistica periduttale con ectasia dei dotti, detta anche mastite granulomatosa, mastite obliterante, o comedomastite(1,2).

Nella donna fu descritta per la prima volta nel 1923 da *J.C. Bloodgood* (citato da *Tedeschi L.G.* nel 1974 e da *Mensel R.E.* nel 1979)(3,4), e risulta più frequente nelle pluripare tra la 4ª e 5ª decade di vita.

Escludendo le mastiti puerperali, *Dixon J.M.* e *Coll.* nel 1989(5) indicano come possibile fattore etiologico della mastite plasmacellulare la colonizzazione batterica, ma lo stesso Autore dubita che la sola infezione batterica possa essere responsabile di questa particolare condizione.

Successivamente nel 1996 lo stesso *Dixon J.M.* e *Coll.*(6) hanno ipotizzato che il fumo di sigaretta, che come è noto influisce negativamente sul microcircolo, determinando un effetto tossico diretto sull'epitelio duttale e indiretto a livello ormonale, possa avere un ruolo nella genesi di questa malattia. Infatti le secrezioni dal capezzolo che talvolta si accompagnano a questa malattia sono abitualmente sterili e solo talvolta e successivamente viene riscontrata la presenza di batteri.

## Esperienza personale

L'esperienza che ci ha indotto ad una revisione della letteratura fa riferimento ad un paziente venuto alla nostra osservazione presso l'ambulatorio del Dipartimento Universitario di Scienze Chirurgiche del Policlinico Umberto I di Roma.

Si tratta di un uomo di 56 anni inviato alla nostra osservazione nel novembre 2011 per la presenza di un

nodulo in sede retro-areolare nella mammella sinistra, duro, relativamente fisso, con margini poco netti e scarsamente dolente. Il paziente viene sottoposto a ecografia mammaria bilaterale, che dimostra, in sede retro-areolare sinistra, la presenza di una neoformazione solida di circa 17mm, disomogenea a margini irregolari (per il sospetto di lesione discariocinetica l'ecografista suggerisce l'intervento chirurgico) (**Fig. 1**).

Prima di intervenire chirurgicamente, con l'intento di caratterizzare la natura della lesione, viene eseguita una *core biopsy* con ago tranciante eco guidato.

L'esame istologico ha evidenziato un'intensa flogosi cronica, di tipo prevalentemente plasmacellulare, associata a focale steatonecrosi escludendo la presenza di una neoplasia.

Furono quindi eseguiti esami di laboratorio per escludere malattie autoimmuni, che risultarono tutti nella norma.

La *core biopsy* con ago tranciante, ha consentito di escludere la natura maligna della lesione e di poter trattare la patologia con terapia antiinfiamma-

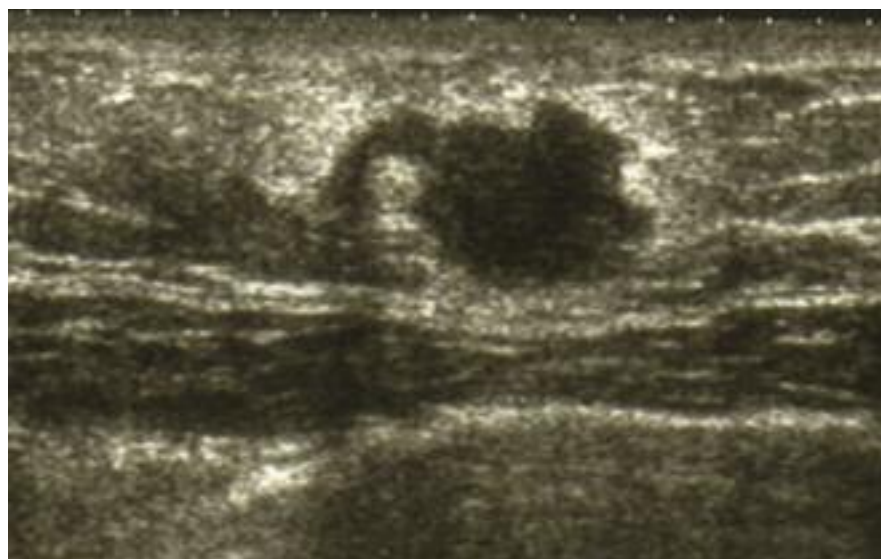
toria con cui in poche settimane il nodulo è completamente regredito, e l'osservazione a un anno non mostra segni di recidiva.

## Revisione della letteratura

La mastite plasmacellulare è una patologia comune nelle donne, ma risulta molto rara nell'uomo, infatti dal 1974 al 2011, in letteratura risultano descritti solo 11 casi che esaminiamo schematicamente nella **tabella 1**.

Da questi 11 casi abbiamo volutamente escluso i casi di mastite granulomatosa, che pur essendo stata segnalata come una mastite periduttale nell'uomo, si differenzia da quella plasmacellulare per la presenza di un infiltrato infiammatorio cronico in cui prevalgono granulomi e cellule giganti anziché plasmacellule.

Il primo caso di mastite periduttale/ectasia duttale mammaria maschile, fu descritto da *Tedeschi L.G.* e *Mc Carthy P.E.* nel 1974(9) e dopo una biopsia escissionale fu trattato con mastectomia semplice.



**Fig. 1** - Ecografia mammaria sinistra dove si evidenzia la presenza di un nodulo con caratteristiche sospette.



**Tab. 1**

AUTORI		PAZIENTI	ITER DIAGNOSTICO	ISTOLOGIA	TERAPIA
TEDESCHI L.G. MC CARTHY P.E. 1974 (1 caso)	caso 1	uomo 57 anni con un nodulo della mammella sinistra	biopsia escissionale	infiltrato infiammatorio cronico; linfociti e plasmacellule, con desquamazione dell'epitelio duttale	mastectomia semplice
MENSEL R.E. e MORGAN W.P. 1979 (3 casi)	caso 1	uomo 62 anni con nodulo della mammella sinistra,  secrezione intermittente dal capezzolo  retrazione di entrambi i capezzoli	mammografia  coltura della secrezione  biopsia	infiltrato infiammatorio cronico <b>bilaterale</b> con evoluzione ascessuale	drenaggio dell'ascesso mammella sinistra seguito dall'escissione duttale totale  drenaggio dell'ascesso mammella destra seguito dall'escissione totale dei dotti
	caso 2	uomo 47 anni con ascessi ricorrenti da 12 anni della mammella destra	esame citologico della secrezione dal capezzolo  biopsia	infiltrato infiammatorio cronico con marcata reazione focale granulomatosa	drenaggio dell'ascesso mammella destra seguito dall' <b>escissione duttale totale</b>  incisione e drenaggi ripetuti seguiti da mastectomia semplice
	caso 3	uomo 52 anni con nodulo della mammella sinistra	esame citologico della secrezione  biopsia	infiltrato infiammatorio cronico	mastectomia sottocutanea con escissione dei dotti terminali
CHAN K.W. e IAU W.Y. 1984 (1 caso)	caso 1	uomo 34 anni con nodulo della mammella destra	biopsia	infiltrato infiammatorio: linfociti e plasmacellule	escissione del nodulo
ASHWORTH M.T. e COLL. 1985 (1 caso)	caso 1	uomo 50 anni con nodulo della mammella destra	mammografia  biopsia	infiltrato infiammatorio: linfociti e plasmacellule	escissione dei dotti maggiori
DOWNS A.M.R e COLL. 1996 (2 casi)	caso 1	uomo 30 anni con infezione da hiv e nodulo della mammella destra e secrezione dal capezzolo	fnac esame citologico della secrezione dal capezzolo, biopsia	infiltrato infiammatorio cronico; plasmacellule	nessun trattamento farmacologico e regressione spontanea
	caso 2	uomo 44 anni con infezione da hiv e secrezione del capezzolo e nodulo destra	esame citologico della secrezione dal capezzolo  biopsia	dotti dilatati con sparsi foci di infiammazione granulomatosa	trattamento antibiotico: <b>amoxicillina e flucloxacillina</b>
JAMAL K.AL.MASAD 2001 (2 casi)	caso 1	uomo 23 anni affetto da malattia di <b>behcet</b> , con perdita ematica dal capezzolo destra	esame citologico della secrezione dal capezzolo,  mammografia,  biopsia	dotti dilatati e pieni di secrezioni e macrofagi, circondati da fibrosi e infiltrato di cellule infiammatorie	escissione del sist.duttale
	caso 2	uomo 50 anni con un nodulo della mammella destra	fnac  mammografia  biopsia	cavita' ascessuale, alcuni dotti dilatati, allungati e circondati da cellule infiammatorie mononucleari.	trattamento farmacologico  escissione duttale
GUPTA N. 2011 (1 caso)	caso 1	uomo 47 anni massa mammella sinistra	fnac  biopsia	infiammazione cronica con iperplasia duttale	mastectomia totale



Nel 1979 *Mansel R.E.* e *Morgan W.P.*(4). descrissero altri 3 casi, il primo dei quali fu trattato, dopo numerose incisioni di drenaggio di ascessi recidivanti, con l'escissione totale dei dotti; il secondo con mastectomia semplice ed il terzo con una mastectomia sottocutanea.

Nel 1984 un altro caso fu riportato e trattato, previo esame bioptico, con escissione da *Chan K.W.* e *Lau W.Y.*(2).

Nel 1985 *Ashworth M.T.*(10) e *Coll.* riportarono un caso di mastite periduttale in un uomo di 50 anni che venne studiato con mammografia, biopsia ed escissione del nodulo.

Nel 1996 *Downs A.M.R.* e *Fisher M.*(11) riportarono 2 casi di mastite periduttale associati ad infezioni da HIV, il primo fu trattato con escissione, il secondo con terapia antibiotica.

Nel 2001 *Jamal K. Al. Masad* (12) riportò 2 casi, uno dei quali associato alla malattia di *Behcet*, confermando il fatto che quando la mastite si presenta nell'uomo, talvolta questa è la spia di un disordine immunitario.

Infine nel 2011 *Gupta N.* e *Coll.* riportarono un ultimo caso di mastite periduttale maschile associata a iperplasia epiteliale, che fu interpretata all'esame citologico mediante FNAC come un carcinoma lobulare e, pertanto, trattato con mastectomia semplice; l'esame istologico definitivo però esclude la presenza di neoplasie e dimostrò trattarsi di mastite periduttale(13).

## Considerazioni conclusive

Proprio riguardo la *core biopsy*, *Simon Edgar Janes* e *Coll.* dal 1998 al 2003, eseguirono su 113 pazienti maschi tra i 40 e i 70 anni, con tumefazione unilaterale della mammella, una media di 2 *Core Biopsy*(14).

Da questo studio risultarono 105 pazienti affetti da ginecomastia (93%), solo 2 da cancro della mammella, 1 da linfoma mammario metastatico della testa e del collo, e 1 da mastite cronica, e si sottolineava l'importanza della *Core Biopsy* come un metodo sicuro ed efficace per la diagnosi di tumefazioni unilaterali della mammella maschile rispetto alla citologia con aspirazione con ago sottile (FNAC).

La citologia, infatti, malgrado sia una procedura standard nella valutazione clinica delle masse della mammella maschile, non ha consentito la diagnosi differenziale con il carcinoma lobulare nel caso riportato da *Gupta N.* e *Coll.* nel 2011.

La mastite plasmacellulare maschile presenta la stessa sequenza di 4 lesioni della mastite periduttale femminile descritta da *Azzopardi J.G.* nel 1979(15), e *Dixon J.M.* nel 19895:

- infiammazione duttale,
- risoluzione infiammatoria,
- fibrosi duttale
- dilatazione duttale.

Istologicamente i dotti sono dilatati e contenenti lipidi, detriti cellulari, e cellule schiumose, alcuni sono obliterati da tessuto fibroso, e l'epitelio duttale è piatto o assente per desquamazione, con distruzione della lamina elastica di sostegno(9). E' inoltre presente un denso infiltrato infiammatorio peri-duttale costituito da linfociti, granulociti neutrofili, cellule schiumose e molte plasmacellule. Talvolta si sviluppano delle fistole o degli ascessi inizialmente sterili che in seguito all'incisione chirurgica e al drenaggio vanno incontro a sovra-infezioni batteriche.

Clinicamente si presenta come una tumefazione retro-areolare generalmente non dolente e talvolta con secrezione cremosa, sierosa, o siero-ematica dal capezzolo, che pongono una diagnosi differenziale tra la mastite, il comedo-carcinoma e il carcinoma retro-areolare.

Abitualmente è monolaterale, ma può presentarsi anche bilateralmente e non è da escludere la possibilità di mastite a livello di mammelle soprannumerarie(16,17).

A volte può essere accompagnata da mastalgia, eritema, edema della cute sovrastante e retrazione della cute e del capezzolo.

La diagnosi avviene mediante l'esame obiettivo e la triade diagnostica:

- ecografia;
- mammografia;
- *Core Biopsy* (NCB).

Alla mammografia, per altro di difficile esecuzione nell'uomo, secondo quanto sostenuto da *Mansel R.E.* e *Morgan W.P.* nel 1979, la mastite plasmacellulare si presenta come una densità indistinguibile dalla ginecomastia e talora anche dal carcinoma(4).

Nei casi di ascessi ricorrenti o fistole il trattamento dipende dall'etiologia dell'ascesso: se l'ascesso ha origine da un unico dotto il trattamento consiste nell'escissione della fistola come descritto da *Atkins J.B.* nel 1955(18), se l'ascesso ha invece origine da dotti multipli si procede con l'escissione totale dei dotti come descritto da *Hadfield J.* nel 1960(19).

Comunque nell'uomo, non essendoci considerazioni estetiche e funzionali per controindicare l'escissione duttale, viene generalmente eseguita una mastectomia sottocutanea semplice.

Siamo inoltre d'accordo, con gli altri Autori che hanno descritto questa patologia, che alla base della mastite plasmacellulare maschile ci possano essere individuati disordini del sistema immunitario, in considerazione dell'associazione della mastite con altre malattie autoimmuni come la Granulomatosi di *Wegener*(20), la malattia di *Behcet*(12), il diabete mellito di tipo I(21) e patologie come AIDS che compromettono le difese immunitarie dell'organismo(1).

## Bibliografia

1. **Ascenzi A., Mottura G.:**  
*Anatomia Patologica.*  
Utet, 1997.
2. **Chan K.W., Lau W.Y.:**  
*Duct ectasia in the male breast.*  
Aust N Z J Surg, 1984;54:173-176.
3. **Bloodgood J.C.:**  
*Benign tumors of the breast encapsulated adenoma: a brief summary of their clinical and pathological features.*  
Ann Surg 1924 79(2):172-97.
4. **Mensel R.E., Morgan W.P.:**  
*Duct ectasia in the male.*  
Br J Surg, 1979;66:605-6.
5. **Dixon J.M.:**  
*Periductal mastitis/duct ectasia.*  
World J Surg 1989;13:715-20.
6. **Dixon J.M.:**  
*Periductal mastitis and duct ectasia: different conditions with different aetiologies.*  
Br J Surg, 1996, 83,820-822.
7. **Dixon J.M.:**  
*Mammary duct ectasia-periductal mastitis complex.*  
Bri J Surgery 1996, 83,1010-1019.
8. **Reddy K.M., Meyer C.E., Nakdjevani A, Shrotria S.:**  
*Idiopathic granulomatous mastitis in the male breast.*  
Breast J, 2005; 11(1) 73.
9. **Tedeschi L.G, Mc Carthy P.E.:**  
*Involitional mammary duct ectasia and periductal mastitis in a male.*  
Human Pathology, 1974;5(2)232-6.
10. **Ashworth M.T., Corcoran G.D., Haqqani M.T.:**  
*Periductal mastitis and mammary duct ectasia in a male.*  
Postgraduate Medical Journal, 1985;61:621-23.
11. **Downs A.M.R., Fisher M.:**  
*Male duct ectasia associated with HIV infection.*  
Genitourin Med, 1996;72;65-66.
12. **Al-Masad J.K.:**  
*Mammary duct ectasia and periductal mastitis in males.*  
Saudi Med J 2001; 22(11):1030-3.
13. **Gupta N, Agrawal P, Saikia UN, Das A, Srinivasan R, Rajwanshi A, Singh G.:**  
*Periductal mastitis in a male breast masquerading as lobular carcinoma on fine needle aspiration cytology.*  
Diagn Cytopathol. 2012 40(5):455-8.
14. **Janes Simon Edgar, John A. Lengyela.:**  
*Needle core biopsy for the assessment of unilateral breast masses in men.*  
The Breast (2006) 15, 273–275.
15. **Azzopardi J.G.:**  
*In problems in breast pathology.*  
London W B Saunders;1979 p.72-87.
16. **Pasta V, Urcioli P, Chiarini S, Vergine M, Favoriti N, Santucci E, Giofrè M, Monti M.:**  
*Ectopic breast tissue and a carcinoma in atypical positions.*  
Annali Italiani di Chirurgia. 2009 Sep-Oct;80(5):389-94.
17. **Pasta V. Martino G. Vergine M. Scipioni P. Amabile M.I. Cardarelli A. Palmieri A. Santucci E. Chiarini S. Monti M.:**  
*Problemi diagnostici e chirurgici del carcinoma nella mammella in sede atipica.*  
G. Chirurgia. Vol. 30. n. ½ pp. 36 – 40.1 Gennaio-Febbraio 2000.
18. **Atkinsh . J. B.:**  
*Mammary fistula.*  
Br. Med. J. 1955, 2, 1473.
19. **Hadfield J. J.:**  
*Excision of the major duct system for benign disease of the breast.*  
Br. J. Surg. 1960. 48. 472-7.
20. **Allende Daniela S., Christine N. Booth.:**  
*Wegener's granulomatosis of the breast: a rare entity with daily clinical relevance.*  
Annals of Diagnostic Pathology,2009;13:351-357.
21. **Hunfeld K.P. and. Bassler R.:**  
*Lymphocytic mastitis and fibrosis of the breast in long-standing insulin-dependent diabetics. A histopathologic study on diabetic mastopathy and report of ten cases.*  
Gen Diagn Pathol, 143, 1997, 49–58.



# Plasma cell mastitis in males: a review of the literature

Vittorio Pasta \* Paolo Urciuoli \* Valerio D'Orazi \* Daniela Sottile \* Raffaele Merola \*  
Massimo Vergine \* Maria Stella Malavenda \* Massimo Monti \*

## Introduction

Plasma cell mastitis is a disease characterized by an inflammatory periductal reaction with ectasia of the ducts also known as, granulomatous mastitis, obliterans mastitis, or comedomastite(1,2) It was described for the first time in 1923 J.C. Bloodgood(3) (quoted by L.G. Tedeschi in 1974 and Mensel R.E. in 1979)(4) in women, more commonly in multiparous between the 4th and 5th decade of the life. Excluding puerperal mastitis, Dixon J.M. and Colleagues in 1989 indicated bacterial colonization as a possible etiologic factor in plasma cell mastitis, but the same Author doubts that the only bacterial infection may be responsible for this condition(5). Later, in 1996, Dixon J.M. and Colleagues hypothesized that smoking cigarettes, which is known to negatively affect the microcirculation, resulting in a direct toxic effect on ductal epithelium and indirectly on hormonal regulation, may play a role in the genesis of this disease(6,7). In fact, the nipple discharging, sometimes presenting in this disease, is usually sterile while bacteria are detected occasionally.

## Personal experience

The experience that led us to a review of the literature was referred to a 56 year old male patient coming to

our observation at the clinic of the Department of Surgical Sciences of the University Hospital Umberto I in Rome in November 2011. He showed a hard, lump in the retro-areolar region of the left breast, relatively fixed to the underlying tissue, with little net margins and poorly sore. A bilateral breast ultrasound was performed and showed in that area, the presence of a solid inhomogeneous neoformation about 17mm in diameter, with irregular margins (the sonographer suggested surgery suspecting to be a discariocinetic lesion) (**Fig. 1 - Left breast Ultrasound highlighting the presence of a nodule with suspicious characteristics**).

Before the surgical approach, an echo guided cutting needle core biopsy was performed intending to characterize the nature of the lesion. Histological examination showed an intense chronic inflammation, predominant in plasma cells, associated with focal steatonecrosis and excluded the presence of a neoplasm. Then laboratory tests to rule out autoimmune diseases were performed and they all turned out to be normal. The cutting needle core biopsy, excluded any malignant lesions and allowed us to treat the disease with anti-inflammatory therapy. This led us to a complete regression of the lump in a few weeks, and also the follow up to one year showed no signs of recurrence.

## Review of the literature

Plasma cell mastitis is common in women, but it is very rare in males. In fact, from 1974 to 2011, only 11 cases have been described in literature as schematically reported in the table below;

Granulomatous mastitis has been intentionally excluded, because despite it has been reported in literature as a periductal mastitis in males, it differs from the plasmacellular mastitis due to the presence of a chronic inflammatory granulomatosis infiltration predominant in multinuclear giant cells rather than in plasma cells(8). The first case of periductal mastitis/mammary ductal ectasia in a male, was described in 1974 by Tedeschi L.G. and McCarthy P.E.(9) It was treated with simple mastectomy after being diagnosed with excisional biopsy. In 1979 Mensel R.E. and Morgan W.P.4., described other 3 cases, the first was treated with the excision of the ducts after recurrent draining of the abscesses, the second with simple mastectomy, and the third with subcutaneous mastectomy. In 1984, Chan K.W. and Lau W.Y.2 treated another case with excision after prior biopsy. In 1985, Ashworth M.T. and Colleagues(10) reported a case of periductal mastitis in a 50 years old man, studied at first with mammography, then with biopsy and finally treated with excision of the nodule. In 1996, Downs

\* Dipartimento di scienze chirurgiche - Facoltà di Medicina e Odontoiatria - Università di Roma "La Sapienza".

A.M.R. and Fisher M.(11) reported 2 cases of periductal mastitis associated with HIV infection, the first treated with excision, the second resolved with antibiotic therapy. In 2001, Al-Masad J.K.(12) reported 2 cases, one of which associated with Behcet's disease confirming the fact that when mastitis occurs in males, sometimes this is the indicator of an immune disorder. Finally, in 2012 Gupta N. and Colleagues(13) reported one case of male periductal mastitis associated with epithelial hyperplasia, which was interpreted, by using fine needle aspiration cytology (FNAC) examination, as lobular carcinoma and, therefore, treated with simple mastectomy; the definitive histological examination, however, excluded the presence of neoplasms and proved to be periductal mastitis.(**Tab. 1**).

## Discussion

Just about the core biopsy, Simon Edgar Janes et al.(14) 1998 to 2003, performed on 113 male patients between 40 and 70 years, with unilateral swelling of the breast, an average of 2 Core Biopsy. In this study, 105 patients resulted suffering from gynecomastia (93%), only 2 from breast cancer, 1 from breast lymphoma with metastatic lesions of head and neck, and 1 from chronic mastitis(14). Moreover the importance of the Core Biopsy was underscored as a safer and more effective method for the diagnosis of unilateral swelling of the male breast than cytology with fine needle aspiration (FNA). Cytology, in fact, although it is a standard procedure in the clinical evaluation of the male breast masses, did not allow the differential diagnosis of lobular carcinoma in the case reported by Gupta N. et al. in 2012. The plasma cell mastitis in males

presents the same sequence of 4 lesions of the female periductal mastitis described by Azzopardi J.G. in 1979(15), and Dixon J.M. in 19895:

- ductal inflammation;
- inflammatory resolution;
- ductal fibrosis;
- ductal dilatation.

Histologically, the ducts are dilated and contain lipids, cellular debris, and foam cells. Some are obliterated by fibrous tissue, and ductal epithelium is flat or absent for scaling, with destruction of the supporting elastic lamina (4,9). A dense peri-ductal inflammatory infiltration, consisting of lymphocytes, neutrophils, foamy cells and many plasma cells is also present. Sometimes fistulas or abscesses may occur. They are initially sterile but their surgical incision and drainage undergo over-bacterial infections. Plasma cell mastitis presents clinically as a retro-areolar, generally not painful swelling, sometimes associated with creamy, serous or bloody secretion from the nipple, which pose a differential diagnosis among mastitis, comedo-carcinoma and retro-areolar carcinoma. Usually unilateral, but sometimes bilateral, plasma cell mastitis cannot be excluded to grow also on supernumerary breasts(16,17) and be accompanied by mastalgia, erythema, edema of the overlying skin and retraction of the skin and nipple. The diagnosis is made by physical examination and through the diagnostic triad:

- ultrasound;
- mammography;
- core biopsy (NCB).

Mammographic examination, cannot distinguish plasma cell mastitis from gynecomastia and sometimes carcinoma, as reported by RE Mensel and Morgan W.P. in 1979(4). In cases of recurrent abscesses or fistulas, treatment depends

on where they originate. If they originate from a single duct, their surgical excision is the correct treatment as described by Atkins J.B. in 1955(18). Conversely, if the abscess originates from multiple ducts, a total excision of the ducts is required as described by Hadfield J. in 1960(19). However, since there are not aesthetic and functional considerations to contraindicate ductal excision in males, a simple subcutaneous mastectomy is generally performed. We agree with other Authors who considered immune system disorders as a possible etiology of this disease, as suggested by their studies about the association of mastitis with other autoimmune diseases such as Wegener's granulomatosis (20), Behcet's disease (12), diabetes mellitus type I (21) and other diseases such as HIV infection, that compromise the immune system (11).

## Conclusions

Plasma cell mastitis is a very rare condition in males which may sometimes be misinterpreted as breast cancer or be the indicator of diseases of the immune system such as Weger's granulomatosis, Bechet's disease, diabetes mellitus, or HIV. We report a case of periductal mastitis in a male breast presenting as a solid inhomogeneous neof ormation in the retro-areolar region of the left breast that could be unveiled by echo guided cutting needle core biopsy, histological examination and laboratory tests. We also review the literature, as from 1974 to 2011 only 11 cases of plasma cell mastitis have been described, discussing the different diagnostic and therapeutic related problems.

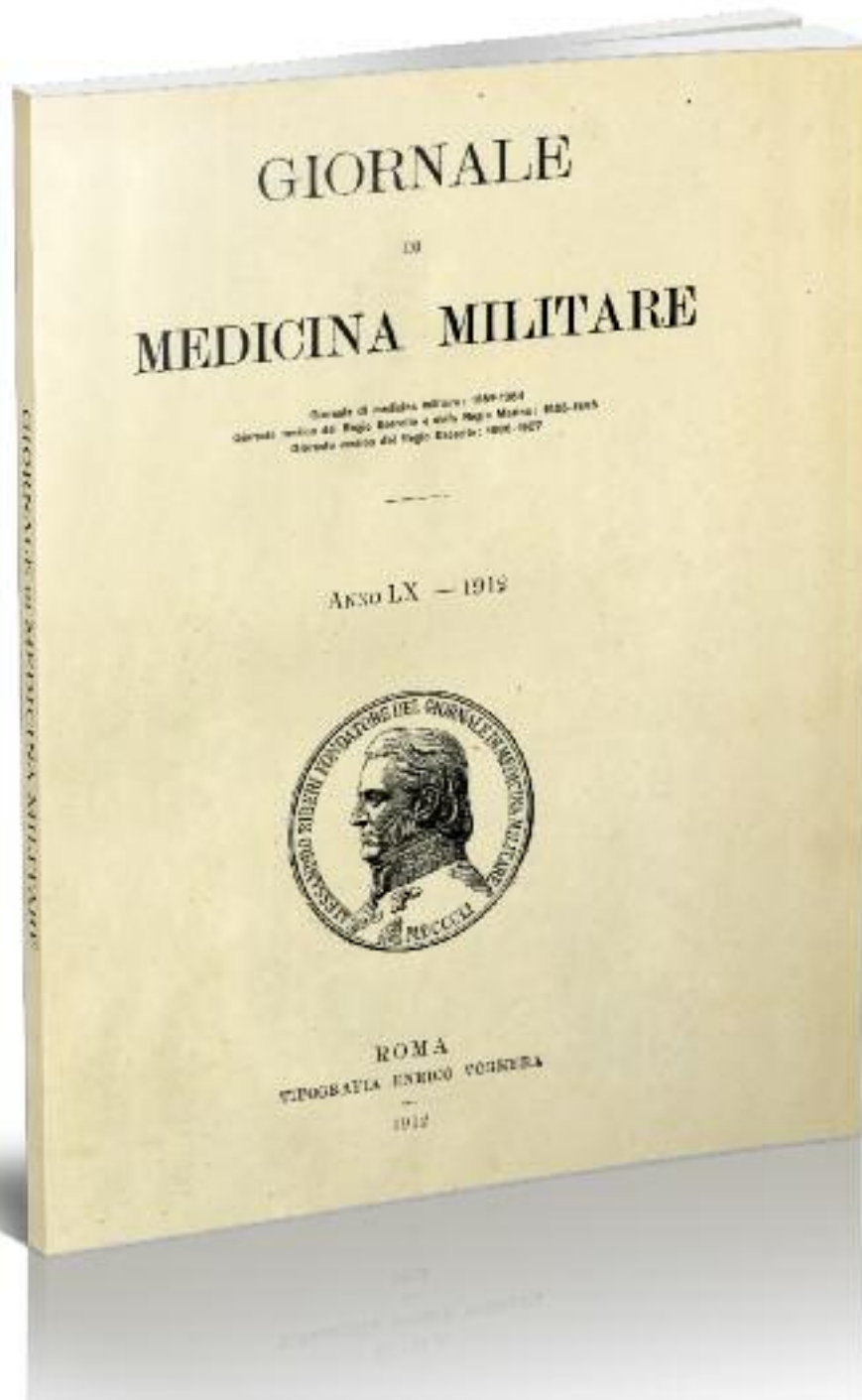


**Tab. 1**

AUTHORS		PATIENTS	DIAGNOSTIC COURSE	HISTOLOGY	THERAPY
TEDESCHI L.G. MC CARTHY P.E. 1974 (1 case)	case 1	57 years old man with a lump of the left breast	excisional biopsy	mild chronic inflammatory infiltrate, lymphocytes and plasma cells, with scaling of the ductal epithelium	simple mastectomy
MENSEL R.E. e MORGAN W.P. 1979 (3 cases)	case 1	62 years old man with nodule of the left breast  with intermittent nipple discharge  retraction of both nipples	mammography  culture of secretion  biopsy	<b>bilateral</b> inflammatory chronic infiltration with abscessual evolution	drainage of the left breast abscesses followed by total ductal excision  drainage of the right breast abscess followed by total ductal excision
	case 2	47 years old man with a 12 years history of recurrent abscesses of the right breast	cytological examination of nipple secretion  biopsy	chronic inflammatory infiltration with marked focal granulomatous reaction	drainage of the right breast abscess followed by <b>total ductal excision</b>  multiple consecutive incisions and drainages followed by simple mastectomy
	case 3	52 years old man with nodule of the left breast	cytological examination of nipple secretion  biopsy	chronic inflammatory infiltration	subcutaneous mastectomy with excision of the terminal ducts
CHAN K.W. e LAU W.Y. 1984 (1case)	case 1	34 years old man with nodule of the right breas	biopsy	inflammatory infiltration: lymphocytes and plasma cells	excision of the nodule
ASHWORTH M.T. e COLL. 1985 (1case)	case 1	50 years old man with nodule of the right breas	mammography  biopsy	inflammatory infiltration: lymphocytes and plasma cells	excision of the main ducts
DOWNS A.M.R e COLL. 1996 (2 cases)	case 1	30 years old man, hiv positive, with nodule of the right breast and nipple discharge	fnac cytological examination of nipple secretion	inflammatory infiltration: plasma cells	no drug treatment and spontaneous regression
	case 2	44 years old man, hiv positive, with nodule of the right breast and nipple discharge	cytological examination of nipple secretion  biopsy	dilated ducts with scattered areas of granulomatous inflammation	antibiotic treatment: <b>amoxicillin</b> and <b>flucloxicillin</b>
JAMAL K.AL.MASAD 2001 (2 cases)	case 1	23 years old man affected by behcet's disease, with bloody discharge from right nipple	cytological examination of nipple secretion,  mammography,  biopsy	ducts dilated and full in secretions and macrophages, surrounded by fibrosis and inflammatory cell infiltration	excision of the ductal system
	case 2	50 years old man with nodule of the right breast	fnac  mammography  biopsy	abscessual cavity , some dilated ducts, stretched and surrounded by inflammatory mononuclear cells	antibiotic treatment  ductal excision
GUPTA N. 2011 (1 case)	case 1	47 years old man with a mass in left breast	fnac  biopsy	chronic inflammation with ductal hyperplasia	total mastectomy

# *Un salto nel passato*

**SPUNTI DAL GIORNALE DI MEDICINA MILITARE. CENTO ANNI FA: 1912**





# Un salto nel passato

SPUNTI DAL *GIORNALE DI MEDICINA MILITARE*. CENTO ANNI FA: 1912

## CASISTICA CLINICA

ANEURISMA DELL'ARTERIA GRANDE ANASTOMOTICA SINISTRA, CONSECUTIVO A TRAUMA D'ANTICA DATA,  
per il tenente colonnello medico (Giovanni Bernucci)

Il giorno 4 dello scorso novembre, entrava nell'ospedale militare di Mantova il vicebrigadiere dei R.R. carabinieri D. G., con diagnosi di contusione al lato inferiore interno della coscia sinistra.

Il D. G. dell'età d'anni 39, dotato d'originaria robusta costituzione fisica, immune da sifilide (1), ma strenuo bevitore e ripetutamente affetto da infezione malarica, presentava marcati segni di precoce arteriosclerosi, resa soprattutto manifesta nelle arterie periferiche superficiali. Egli narrava che durante le grandi manovre del settembre 1909, svoltesi sugli storici campi di battaglia di Solferino, essendo accidentalmente caduto con la bicicletta, riportava una contusione alla regione inferiore interna della coscia sinistra, contusione limitata e tanto poco dolente che neppure ricorse al consiglio di un medico, continuando, senza interruzione di sorta, nel proprio servizio.

Fu soltanto dopo circa un anno che, scorgendo persistere una tumefazione alla regione predetta, causa di vago senso di stanchezza e di peso, soprattutto nella stazione eretta e dopo deambulazione alquanto protratta, ricorse al consiglio di parecchi sanitari, che non dettero alcun peso al fatto, ritenendo sempre trattarsi di semplice contusione. Soltanto ultimamente, essendosi aggiunto a simili disturbi un molesto senso di formicolio al ginocchio sinistro, decidevasi ad entrare in quest'ospedale.

All'esame fisico della parte, in corrispondenza della regione laterale interna della coscia sinistra, rilevavasi una bozza, simulante a prima vista il prodotto di una semplice contusione, bozza con contorni benissimo delimitati, di forma ovoidale, con un rilievo massimo di circa due centimetri, della lunghezza di circa otto, della larghezza di cinque, estendentesi in direzione obliqua dall'alto al basso e di dentro in fuori, da sotto l'anello degli adduttori, fino a circa un dito trasverso dal margine superiore interno della rotula corrispondente. Simile sporgenza, ricoperta di cute normale, resa soltanto alquanto arrossata e lucida dalle innumeri precedenti pennellazioni di tintura di iodio, alla palpazione mostrava consistenza molle elastica al centro, duro elastica alla periferia; contemporaneamente la mano avvertiva un leggero urto sollevante espansivo in rapporto con la sistole cardiaca, sincrono con la pulsazione femorale corrispondente, che si affievoliva e quasi si sospendeva esercitando una forte compressione sull'arteria stessa. All'ascoltazione percepivasi un lieve soffio sincrono con l'itto cardiaco e col polso della femorale, soffio localizzato a quel punto, che cessava completamente ascoltando fuori dello stesso.

(1) Simile circostanza venne scientificamente dimostrata con la prova di Wassermann riuscita negativa.



Data simile sintomatologia, e la sede anatomica corrispondente in tutto al decorso dell'arteria grande anastomotica, sorgeva spontanea la diagnosi di aneurisma dell'arteria *genu suprema* del ginocchio sinistro (1).

Avendo l'infermo riconosciuta la necessità di sottoporsi ad un intervento chirurgico, questo venne praticato quattro giorni dopo il suo ingresso in questo luogo di cura.

Previa emostasia preventiva, praticata con la fascia di Esmarch, si procedette all'allacciatura della grande anastomotica. La ricerca della stessa in corrispondenza dell'anello degli aduttori riuscì alquanto indaginosa; trovatala in condizioni discrete di nutrizione, venne allacciata alla distanza di circa due centimetri dalla sua origine, applicando il laccio in modo che le pareti del vaso restassero raggrinzate e non strozzate (legatura dell'Anelio incompleta), basandosi sul noto processo che pur essendo limitata nelle arterie ateromasiche l'attività dell'intima, la flogosi reattiva dei tessuti perivascolari giunge con i suoi elementi di immigrazione, ad invadere le pareti del vaso legato ed a determinare il coagulo del sangue che ristagna nel suo lume, con l'adesione dell'intima.

Prolungando quindi il taglio lungo il diametro massimo della bozza aneurismatica, interessando cute, connettivo sottocutaneo e fascia, si mise allo scoperto il sacco aneurismatico. Questo presentavasi di forma ovalare-fusiforime, grande come un uovo di gallina, posto fra il vasto interno ed il grande adduttore.

L'esposizione del sacco venne limitata allo spazio sufficiente per poterlo liberamente incidere evitando di denudarlo eccessivamente per non turbarne la nutrizione; quindi apertolo, vennero evacuati i coaguli non aderenti, rispettando le pseudo-membrane aderenti.

Un'accurata esplorazione interna fece rilevare la presenza di due orificii collaterali di poca importanza, aventi sbocco nel sacco stesso, orificii che vennero oblitterati con sutura al pari dell'orificio inferiore del sacco. Da ultimo si procedette all'oblitterazione della cavità saccuale, affrontando con sutura, praticata con catgut iodato, le pareti del sacco. Queste, com'è ben noto, dotate di proprietà analoghe alle sierose, poste a mutuo contatto, tendono ad unirsi in modo così saldo come se si fossero affrontate due superficie ricoperte di peritoneo (2).

(1) Com'è noto l'arteria grande anastomotica nasce dalla femorale nel punto in cui questa diviene poplitea; esce dal canale di Hunter per un orificio spesso comune al nervo grande safeno interno, dividendosi tosto in due branche l'una superficiale, l'altra profonda. La branca superficiale obliqua in basso ed in dentro discende fra il vasto interno ed il grande adduttore, e si ramifica sul lato interno del ginocchio dove si anastomizza con le diverse branche articolari della poplitea e con la ricorrente tibiale anteriore branca della tibiale anteriore; invece la profonda dirigesì all'interno fra il vasto interno ed il femore, fornendo rami muscolari al vasto interno e periostei ed ossei all'estremità inferiore del femore (TESTUT. - *Trattato d'anatomia descrittiva*, volume II, pag. 157).

(2) Simile processo, tendente ad ottenere la trasformazione del segmento aneurismatico in un semplice cordone pieno, entrerebbe nel campo dell'*endoaurismorafia*, preconizzata dal Matas di New-Orleans circa vent'anni or sono, e soltanto recentemente, tornata in onore.

Rappresenterebbe precisamente un'*endoaurismorafia oblitterativa*, mentre l'*endoaurismorafia rico-*



# Un salto nel passato

## SPUNTI DAL GIORNALE DI MEDICINA MILITARE CENTO ANNI FA: 1912

struttrice (altrimenti detta aneurismoplastica) tenderebbe ad una ricostruzione vera e propria dell'arteria aneurismatica, spaccando il sacco e suturando le pareti dello stesso al di sopra di un conduttore cavo, mettendone a mutuo contatto le due superficie vascolari.

Tolto il laccio emostatico ed avendo rilevato come l'emostasia fosse perfetta, vennero suturati a strati fascia e comuni tegumenti.

Ottimo fu il decorso postoperatorio, ed il nostro operato, dopo ventidue giorni di degenza, lasciava questo luogo di cura per recarsi in licenza di convalescenza di sessanta giorni.

Visitato allo scader della stessa, ebbesi a rilevare esito di perfetta guarigione, con integrità anatomica e funzionale della parte, mentre del vecchio aneurisma non rilevavasi alcuna traccia, tranne la presenza di un sottile cordone sottostante alla cicatrice cutanea.

Il caso clinico da me esposto sembrami si presti ad utili considerazioni e richiami, soprattutto per la rarità dell'osservazione e quale modesto contributo alla cura degli aneurismi. La grande anastomotica per la sua posizione topografica non è certamente molto esposta a traumi. Occorse proprio una speciale caduta da bicicletta nella quale l'arteria venne contusa fra le parti metalliche della macchina ed il femore per determinare una primitiva iniziale lesione del vaso che dovette poi cedere mano mano e molto lentamente alla pressione collaterale della corrente sanguigna. La letteratura registra pochi casi di aneurismi della grande anastomotica, mentre tutti gli autori fanno rilevare la difficoltà di diagnosi di simili lesioni, che vengono spesso e per lungo tempo misconosciute e diagnosticate soltanto a processo molto avanzato (TESTUT-JACOB. - *Trattato di anatomia topografica*, pag. 920).

Nel nostro operato l'aneurisma in parola ebbe mano mano a svilupparsi ed evolvere soprattutto perchè a favorirne l'inizio e lo sviluppo concorse, in modo speciale, la coincidenza di alterazioni anatomico-patologiche delle pareti vasali, essendo ben noto come sperimentalmente, sopra diverse specie di animali con arterie fisiologiche, mai gli sperimentatori siano riusciti a riprodurre un'aneurisma.

D'altronde, gli aneurismi cosiddetti spontanei, dice il Durante, originariamente non sono tali che per l'inapprezzabile causa traumatica che ne favorisce almeno lo sviluppo; la stessa tensione endovasale, accresciuta quando l'arteria ha perduta la sua elasticità e la sua integrità anatomica, deve riguardarsi come un fattore idraulico, somigliante a lieve e ripetuta azione traumatica.

Simile concetto attagliasi perfettamente al caso nostro, dove un trauma quasi insignificante, agendo su di un'arteria di medio calibro, d'altronde abbastanza ben protetta dalla naturale sua posizione, diede luogo ad un aneurisma sviluppatosi in modo lentissimo, raggiungendo proporzioni abbastanza rilevanti, soltanto pel fatto che il colpito era un'arterosclerotico.

Circa la cura degli aneurismi devesi osservare come oggidì ai classici vecchi metodi di Antillo, di Anelio, di Brasdor, altri se ne siano aggiunti, con tendenze spesso tanto seducenti ed ideali nella concezione quanto spesso in sostanza poco pratici.

Allo stato attuale della tecnica chirurgica possono esser così raggruppati:

- 1° asportazione del sacco,
- 2° asportazione del sacco e sutura dei due capi dell'arteria,
- 3° asportazione del sacco e trapiantazione di un tratto di arteria o vena,
- 4° legatura dell'arteria all'Anelio incompleta,
- 5° resezione del sacco e sutura dell'arteria,
- 6° aneurismorafia restaurativa.

Ora di questi metodi taluni non uscirono fino ad ora dalla fase puramente sperimentale, altri mostraronsi inattuabili, altri pericolosi come la resezione del sacco e l'anastomosi artero-venosa; la stessa asportazione e resezione del sacco, anche praticata da esperti chirurghi, diede rare volte risultato d'esito completo, sicchè molti si limitano a consigliarla soltanto quando il sacco è in preda a suppurazione. L'endoaurismorafia se limitata all'obliterazione del sacco (endoaurismorafia obliterativa), se questo, come nel caso nostro, non è molto voluminoso, sembrami possa dare dei buoni risultati, garantendo l'operato da qualsiasi recidiva, ma qualora voglia assurgere a vero e proprio processo ricostruttore del vaso (aneurismoplastica), la sua applicazione dovrà necessariamente limitarsi a quei rari casi nei quali riscontrinsi speciali favorevoli circostanze anatomiche, e la ricostruzione del vaso rappresenti soltanto una misura temporanea, destinata a mantenere la circolazione arteriosa finchè si sviluppi un sufficiente circolo collaterale, obliterandosi secondariamente il vaso così ottenuto. Ed a tale concetto si informa l'autore stesso del metodo (il Matas), che pel nuovo tragitto suggerisce un calibro più piccolo di quello dell'arteria principale, presso a poco la metà di quello che appare all'orificio d'ingresso. Qualora mancasse simile secondaria obliterazione, rimarrebbe sempre imminente il pericolo di una recidiva, mentre di per sè stesso non sarà mai nè troppo semplice nè troppo facile.

Così, di fronte all'inattuabilità, all'incertezza, alle difficoltà ed ai pericoli che presentano i vari metodi, il vecchio di Anelio (secondo i casi completo od incompleto), il trattamento cioè degli aneurismi con allacciatura praticata centralmente, rimane tuttora sovrano, perchè semplice, breve, e quasi sempre corrispondente allo scopo.

Mantova, febbraio 1912.

G. BERNUCCI.

#### BIBLIOGRAFIA.

- 1° F. DURANTE. - *Trattato di patologia chirurgica.*
- 2° L. TESTUT. - *Trattato di anatomia descrittiva.*
- 3° TESTUT-Jacob. - *Trattato di anatomia topografica.*
- 4° F. GARDNER. - *Dell'Endoaurismorafia Gazette des Hôpitaux, 15 ottobre 1910).*
- 5° G. EGIDI. - *Dell'Endoaurismorafia (Il Policlinico, sezione pratica, fasc. 9, 1911).*
- 6° F. MATAS. - *The practitioner, maggio 1909.*
- 7° G. NINNI. - *Aneurisma dell'ascellare sinistra in seguito a lussazione traumatica dell'omero. - (Atti della R. Accademia med. chir. di Napoli, 8 maggio 1910).*
- 8° E. SORRENTINO. - *Su di un caso di aneurisma della succlavia. - (Atti della R. Accademia med. chir. di Napoli, 24 aprile 1910).*
- 9° E. CALCATERRA. - *Aneurisma dell'arteria celiaca. - (Il Policlinico, sezione pratica, n. 17, 1909).*
- 10° G. MORESTIN. - *Grande aneurisma della succlavia e dell'ascellare estirpato con successo. - Società di chirurgia di Parigi, 17 maggio 1911).*



Via R. Giuliani n. 201 - 50141 Firenze

S.C.F.M.

Stabilimento Chimico  
Farmaceutico Militare  
di Firenze



... dal 1853  
al servizio della Nazione



uno stabilimento Agenzia Industrie Difesa



# Infermieristica



## La valutazione del grado di soddisfazione degli utenti per l'assistenza infermieristica ricevuta

Giuseppe Esposito \*

### Definizione della patient satisfaction

Donabedian afferma che “la soddisfazione del paziente può essere considerata come uno dei risultati della cura, addirittura l'elemento di benessere in se stesso”.

Rilevare il livello di soddisfazione dei pazienti è importante in quanto attribuisce agli interessati un ruolo fondamentale nello stimolare azioni di riorientamento dei servizi, dando così concretezza al concetto di centralità dell'individuo nel processo assistenziale (1).

Da una revisione della letteratura, effettuata nel 1993, su oltre 100 articoli e rapporti sulla soddisfazione dei pazienti-clienti in vari ambienti di cura (2) viene evidenziata una mancanza di standardizzazione sul metodo di misurazione del concetto di soddisfazione. Sono stati riportati studi sulla soddisfazione delle cure primarie (3,4), delle cure in ospedale (5,6,7) e delle cure in

strutture di lungodegenza (8) Da tale revisione, ad oggi il concetto di soddisfazione del paziente - utente rimane ancora difficile da definire.

Donabedian ha diviso la qualità delle cure in due settori: la prestazione tecnica e l'assistenza interpersonale. La prestazione tecnica dipende dal raggiungimento di adeguate strategie di cura e dal possesso di abilità per implementare tali strategie. I pazienti possono dare una valutazione in materia di prestazione sulla base di due aspetti: i processi e i risultati. L'assistenza interpersonale è un processo che incontra le aspettative e gli standard individuali e sociali; è il mezzo con il quale la prestazione tecnica è implementata e dal quale ne dipende il successo (9).

L'American Nurses Association definisce la soddisfazione del paziente come una misura delle opinioni dei pazienti o dei familiari delle cure ricevute dallo staff infermieristico (10).

Per quanto difficile, è certamente utile identificare, tra i molti fattori in gioco, alcuni particolarmente importanti, come quelli strettamente medico-tecnici che tendono a modificare lo stato di salute del paziente, quelli strutturali-alberghieri che influenzano la soddisfazione dell'utente, e più in generale i rapporti interpersonali che si instaurano al momento della malattia (10).

All'interno di questo rapporto, all'informazione viene dato un peso che va al di là della semplice comunicazione di diagnosi, prognosi e terapie, ma che ha il significato di coinvolgere il paziente, il medico e l'infermiere in un rapporto che contribuisca in generale al miglioramento dello stato di salute del paziente.

Il ruolo giocato dal paziente in questo rapporto è radicalmente cambiato in questi ultimi anni. Un complessivo aumento della scolarità, il libero accesso all'informazione favorito dai mass/media, l'aumento della consapevolezza di diritti e doveri favorito dalla nascita di associazioni per i diritti dei malati, hanno trasformato la passività, di qualche anno fa in desiderio di partecipazione sia alla conoscenza della malattia sia alle conseguenti decisioni terapeutiche. La carenza di indagini sul tema dell'informazione riflette non tanto lo scarso interesse quanto le obiettive difficoltà di promuovere indagini e raccogliere dati.

Il laboratorio di Epidemiologia clinica del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha individuato il tema dell'informazione

\* 1° Mar. Igt., Policlinico Militare “Celio” - Roma.

(in particolare della comunicazione della diagnosi) come una variabile legata alla qualità della assistenza fornita e alla soddisfazione dei pazienti coinvolti (11).

Numerosi studi hanno dimostrato che esiste una correlazione positiva tra individualizzazione dell'assistenza e soddisfazione del paziente (12,13,14,15,16,17).

La soddisfazione dei pazienti per le cure infermieristiche, in particolare, è considerata dalla letteratura scientifica come il fattore predittivo più importante della soddisfazione complessiva riguardo all'assistenza ospedaliera (18) ed è una misura frequentemente utilizzata negli studi finalizzati a dimostrare il beneficio dei cambiamenti nell'assistenza infermieristica (19).

Tuttavia, la soddisfazione è una caratteristica soggettiva che può significare cose diverse per persone diverse; inoltre, molte indagini sulla soddisfazione del paziente rilevano costantemente alti gradi di soddisfazione (20,21) e non riescono a mostrare variazioni tra diversi standard di assistenza(22).

Il concetto di soddisfazione è assai complesso poiché il suo giudizio risulta correlato a vari fattori che lo determinano, i quali sono utili da conoscere quando ci si avvia a costruire un progetto per un'indagine di soddisfazione.

Le variabili in gioco possono essere (23):

- aspettative;
- caratteristiche del paziente (sesso, età, condizioni generali);
- precedenti esperienze;
- caratteristiche della struttura;
- comportamento degli operatori (medici, infermieri, altri operatori);
- ambiente;
- tipo di malattia (acuta o cronica);
- organizzazione del lavoro (informazioni, orario di visite)
- esiti delle cure;
- abilità e competenza di medici ed infermieri.

Inoltre, siccome le fonti d'insoddisfazione possono variare ampiamente, la soddisfazione può essere definita differenzialmente da diversi soggetti o dalla stessa persona in tempi diversi (24).

Ad esempio i pazienti anziani sono più accondiscendenti, mentre quelli istruiti richiedono standard assistenziali più elevati. Varie ricerche, hanno infatti dimostrato che i pazienti anziani e coloro che possiedono un basso livello di istruzione, tendono ad esprimere punti di vista più positivi per l'assistenza ricevuta (25,26).

Staniszewska e Ahmed affermano che, nonostante le difficoltà nel concettualizzare e misurare la soddisfazione, molti studi hanno tentato di esplorare il rapporto esistente tra la soddisfazione stessa e le variabili che potrebbero influenzarla; i risultati di questi studi sono caratterizzati da una generale mancanza di coerenza tra la soddisfazione stessa e la maggior parte delle variabili, con la sola eccezione dell'età. I pazienti più anziani tendono ad esprimere livelli più elevati di soddisfazione.

Tuttavia il rapporto tra la soddisfazione e le variabili come il genere, l'origine etnica, la classe sociale, l'istruzione, la dimensione della famiglia, non è ancora ben definito (27).

Per quanto riguarda la soddisfazione dei pazienti confusi, il modo con cui alcuni studi hanno cercato di introdurre il loro punto di vista, è stato quello di utilizzare le opinioni di soggetti alternativi "vicini" all'utenza, i cosiddetti informatori proxy (28,29) .

Tuttavia lo studio di Lavizzo-Mourrey evidenzia l'indipendenza dei due punti di vista, concludendo che le informazioni ottenute da opinioni di soggetti alternativi non possono considerarsi sostitutive di quelle degli utenti(30).

A tutt'oggi, però, la letteratura è concorde nel ritenere che le informazioni, ottenute tramite queste vie, sembrano essere l'unico mezzo praticabile per mezzo del quale possono essere riflessi i bisogni dei residenti non in grado di partecipare all'intervista o alla ricerca (31).

Fox e Storm (1981), riassumono la situazione sugli studi della soddisfazione nel seguente modo: *"La letteratura sulla soddisfazione nei servizi socio-sanitari si presenta con scoperte talmente contraddittorie rispetto alle variabili socio-demografiche, al punto che la cultura letteraria evita il loro uso, come presunte predittrici di soddisfazione (32).*

Da queste considerazioni si può dedurre che i questionari di soddisfazione risulteranno efficaci se considerano i modi con cui i risultati saranno sensibili a specifici disegni di ricerca.

Questa considerazione apre problematiche di carattere metodologico, relativamente alla scelta del tipo di popolazione, ai tempi e alle modalità di somministrazione, al tipo di questionario usato e al modo di assegnazione dei punteggi.

Il tempo in cui viene effettuata la ricerca può rivestire un'importanza critica sul giudizio di soddisfazione.

Quanto più lungo sarà il tempo trascorso tra la fruizione del servizio e l'intervista, tanto più grande sarà la probabilità di avere distorsione nelle risposte. L'utente tenderà a dimenticare i problemi che lo hanno afflitto durante il periodo assistenziale in una sorta di oblio e nel contempo il suo metro di giudizio risulterà meno critico (33). Quindi i fattori relativi al momento in cui la ricerca viene effettuata rendono difficile interpretare il fenomeno, suggerendo molta cautela nell'accettare alcune conclusioni degli studi sulla soddisfazione.

## Strumenti per la misurazione della soddisfazione dei pazienti

Non esiste “il metodo” migliore per ottenere le opinioni dei pazienti per quanto riguarda il servizio che hanno ricevuto.

Quattro sono i principali metodi di raccolta dati: interviste faccia a faccia, questionari, interviste telefoniche e focus group. I relativi punti di forza e di debolezza sono riassunti nella **tabella 1**.

Il questionario scritto è il metodo più comunemente usato per ottenere informazioni dai pazienti. La ragione principale è che il questionario scritto è relativamente poco costoso, richiede poco personale e può contenere delle domande delicate (se l'indagine è anonima). Il questionario inviato per posta richiede almeno 5 settimane di tempo per essere certi di avere un tasso di risposte adeguato perché, per avere un tasso adeguato di risposta, di

solito è necessaria almeno una seconda lettera di sollecito. I metodi di ricerca quantitativa, di solito, sono preferibili per le indagini sulla soddisfazione dei pazienti quando sia gli argomenti studiati che la categoria di risposta sono chiare.

### Customer Satisfaction e assistenza infermieristica

La misurazione della customer satisfaction del paziente rispetto all'assistenza infermieristica richiede la disponibilità di strumenti sensibili, specifici, validi, affidabili e capaci di rivelare differenze tra modi diversi di erogare le cure.

Attualmente questi tipi di strumenti sono poco numerosi, spesso non misurano in modo esclusivo la soddisfazione riguardo all'assistenza infermieristica e i loro indicatori non sempre sono sufficienti per identificarne i punti critici.

Attraverso una revisione sistematica della letteratura il “Newcastle Satisfaction with Nursing Scales” (NSNS) è stato identificato come lo strumento che valuta in maniera specifica la soddisfazione dei pazienti riguardo alle cure infermieristiche. Tale questionario misura esclusivamente la soddisfazione riguardo all'assistenza infermieristica dei pazienti adulti ricoverati in reparti medico-chirurgici per acuti (34).

Un'altro strumento che è stato utilizzato nella ricerca infermieristica è la Patient Satisfaction Scale (PSS). Risser ha originariamente sviluppato il PSS, basandosi sul lavoro di Donabedian, in uno sforzo per isolare gli elementi di assistenza infermieristica e sviluppare uno strumento per misurare la relativa soddisfazione del paziente. Espandendo leggermente l'interpretazione dei due aspetti di cura identificati da Donabedian, Risser ha concettualizzato il PSS

TAB. 1

Criteri di valutazione	Interviste individuali	Questionari Scritti	Interviste telefoniche	Discussioni in focus group
Costo	Alto	Da basso a moderato	Da basso a moderato	Basso
Durata	Può essere lunga	Deve essere breve	Da breve a moderata	Può essere lunga
Tasso di risposta	Alto	Da basso a moderato	Da moderato ad alto	Alto
Numero di addetti richiesto	Alto	Basso	Da medio ad alto	Basso
Domande complicate permesso	Si	No	Fino ad un certo punto	Si
Domande delicate permesse	Generalmente no	Si se il questionario è anonimo	No	Generalmente no
Tempo necessario a completare lo studio	Molto	Molto	Poco	Poco
Conclusioni valide per la popolazione	Dipende dalla validità del campione e dal tasso di risposta	Dipende dalla validità del campione e dal tasso di risposta	Dipende dalla validità del campione e dal tasso di risposta	No

come una misura che ha indirizzato la soddisfazione delle cure infermieristiche su tre dimensioni (35):

- fattori tecnico-professionali;
- rapporti di fiducia;
- educazione.

Alla fine degli anni '70 un gruppo di ricercatori della California ha sviluppato una scala per rilevare la soddisfazione degli utenti nei servizi sociali e sanitari, la cosiddetta Customer Satisfaction Scale (CSQ) (36). Da questa si sono generati una serie di strumenti quali per esempio la Service Satisfaction Scale (SSS-30) della quale disponiamo della versione italiana (37), ed altre in forma abbreviata. Sempre in ambito italiano e' stato sviluppato un questionario finalizzato alla rilevazione della qualità percepita per i degenti ricoverati il Questionario di Qualità percepita (QQP) (38).

Esistono, inoltre, una miriade di altri questionari tra cui:

- Patient Satisfaction Questionnaire (PSQ), frutto di una rassegna di questionari validi ed affidabili di Westbrook che abbraccia sette dimensioni assistenziali utilizzando una scala Likert che prevede cinque passi di risposta, da "eccellente" a "scarso" (39);
- Patient Judgement of Hospital Quality (PJHQ), copre otto dimensioni dell'assistenza ospedaliera(40);
- Patient Judgement System (PJS) (41);
- Consumer Emergency Care Satisfaction Scale (CECSS), da usarsi nell'assistenza infermieristica di emergenza (42);
- La Monica-Oberst Patient Satisfaction Scale (LOPSS), costituito da 39 items racchiusi in 7 fattori (43);
- Patient Satisfaction with Nursing Care Quality Questionnaire (PSNCQQ) (44);
- Patient Satisfaction With Health Care Provider Scale (PSHCPS) (45).

In letteratura sono, poi, stati studiati

e descritti differenti modelli e strumenti per la valutazione della qualità soggettiva specifici per le persone anziane, tra quelli più recenti troviamo:

Nursing Home Resident Satisfaction Scale, essa risulta composta da 11 voci organizzate in 3 domini che abbracciano i servizi medici, quelli infermieristici e le caratteristiche ambientali (46);

Quality of Care from the Patient's Perspective (QPP): i domini coperti da questo strumento, costituito da 56 voci, riguardano: la competenza negli atti assistenziali, le caratteristiche strutturali e di governo della casa, la personalizzazione e umanizzazione dell'assistenza, l'atmosfera socio-culturale (47);

Measure of Quality of Care in Australian Nursing Homes: sebbene questo strumento non possa considerarsi pienamente adatto a fornire una misura di soddisfazione, esso si rivela di una certa efficacia perché focalizza la sua attenzione su standard di risultato (48).

Nel settore dei servizi domiciliare, la letteratura si presenta abbastanza carente; pur tuttavia non mancano interessanti approcci di valutazione della qualità percepita dall'utenza di questo servizio.

Nell'ambito della produzione letteraria internazionale sono stati suggeriti questi strumenti:

- Client Satisfaction Survey (CSS), designato da Reeder e Chen (1990), il quale valuta la soddisfazione degli utenti limitatamente al servizio infermieristico domiciliare. Lo strumento si articola in quattro domini che abbracciano la qualità oggettiva dell'assistenza, la comunicazione, le relazioni interpersonali e l'erogazione del servizio. E' composto da 34 domande specifiche e da una di soddisfazione complessiva (49);
- Home and Community Care (HACC),

permette la valutazione della qualità soggettiva di tutte le figure professionali coinvolte nel servizio differenziandosi dal CSS che valuta solo l'assistenza erogata dagli infermieri. Risulta composto da 41 voci specifiche riconducibili a 6 domini: componente relazionale, comportamento del personale, comunicazione, dotazioni strumentali, assistenza infermieristica e programmi di assistenza.

- In Italia un primo tentativo di valutare la qualità percepita nel servizio domiciliare è stato effettuato da De Ambrogio in otto comuni della provincia di Oristano utilizzando un questionario di soddisfazione (DA) composto da 10 voci organizzabili in 3 domini che abbracciano la componente relazionale, gli aspetti organizzativi, gli aspetti legati all'aiuto materiale e la comunicazione (50).

## Conclusioni

Gli strumenti di valutazione della soddisfazione dei pazienti costituiscono uno degli elementi alla base del processo di miglioramento della qualità percepita e delle conseguenti scelte di comunicazione finalizzate ad orientare le aspettative degli utenti, sia da parte delle aziende sanitarie che delle istituzioni interessate.

L'effettuare un monitoraggio costante nel tempo consente di adottare azioni correttive tendenti al miglioramento continuo della qualità.

Si tratta di iniziative che devono avere un respiro strategico e devono far parte degli strumenti di "gestione del cambiamento", non configurarsi come risposte di breve periodo a fronte di una determinata esigenza(51).



## Bibliografia

1. **Donabedian A.:**  
*La qualità dell'assistenza sanitaria.*  
Roma.  
La Nuova Italia Scientifica 1989 Evid Based med 2008;13:19.
2. **Laferriere R. et al.:**  
*Client satisfaction with home health care nursing.*  
Journal of Community Health Nursing 1993;10(2):67-76.
3. **Pascoe GC.:**  
*Patient satisfaction in primary health care: a literature review and analysis.*  
Evaluation and Program Planning 1983;6:185-210.
4. **Risser NL.:**  
*Development of an instrument to measure patient satisfaction with nurses and nursing care in primary care setting.*  
Nursing Research.1975;24:45-52.
5. **Abdellah FG, Levine E.:**  
*Developing a measure of patient and personnel satisfaction with nursing care.*  
Nursing Research 1957;5(5):100-108.
6. **Abramowitz SA, Cote AA, Berry E.:**  
*Analyzing patient satisfaction: a multianalytic approach.*  
Quality Review Bulletin 1987;13:122-130.
7. **Guzman PM, Sliepcevich EM, Lacey EP, Vitello EM, Matten MR, Woehlke PL, Wright WR.:**  
*Tapping patient satisfaction: a strategy for quality assessment.*  
Patient Education and Counseling 1988;12:225-233.
8. **McCusker J.:**  
*Development of scales to measure satisfaction and preference regarding long-term and terminal care.*  
Medical Care 1984;22(5):476-493.
9. **Donabedian A.:**  
*The quality of care. How can it be assessed?*  
JAMA1988;260:1743-1748.
10. **American Nurses Association:**  
*10 ANA Quality Indicators for Acute Care Setting.*  
Health-care Benchmarks 1999;Dec:138-139.
11. **Bressi C , Invernizzi G.:**  
*La comunicazione con il paziente oncologico.*  
Consiglio Nazionale delle Ricerche. Grafica Giuliani 1994.
12. **Coyle J, Williams B:**  
*Valuing people as individuals: development of an instrument through a survey of person centeredness in secondary care*  
J Adv Nurs 2001; 36(3):450-459.
13. **Little P, Everitt H, Williamson I, Warner G, Moore M, Gould C, Ferrier K, Payne S.:**  
*Observational study of effect of patient centredness and positive approach on outcomes of general practice consultations.*  
Br Med J2001; 323(7318): 908 911.
14. **Dana N, Wambach KA.:**  
*Patient satisfaction with an early discharge home visit program.*  
J Obst Gynec & Neon Nurs 2003; 32:190 198.
15. **Frich LM:**  
*Nursing interventions for patients with chronic conditions.*  
J Adv Nurs 2003;44:137 153.
16. **Ruggeri M, Lasalvia A, Bisoffi G, Thornicroft G, Vasquez-Barquero JL, Becker T, Knapp M, Knudsen HC, Schene A, Tansella M.:**  
*Satisfaction with mental health services among people with schizophrenia in five European sites: results from the EPSILON Study.*  
Schizophrenia Bulletin 2003;29, 229-245.
17. **Suhonen R, Valimaki M, Leino-Kilpi H.:**  
*Individualized care, quality of life and satisfaction with nursing care.*  
J Adv Nurs 2005; 50(3): 283-292.
18. **Mahon P.:**  
*Review of measures of patient satisfaction with nursing care.*  
Image:J Nurs Schol 1997;26:196-197.
19. **Richards DA, Lambert P.:**  
*The nursing process: the effect on patients satisfaction with nursing care.*  
J Adv Nurs 1987;12:559-62.
20. **French K.:**  
*Methodological consideration in hospital patient opinion surveys.*  
Inter J Nurs Studies 1981;18:7-32.
21. **Walsh M, Walsh A.:**  
*Measuring patient satisfaction with nursing care: experience of using the Newcastle Satisfaction with Nursing Scale.*  
J Adv Nurs 1999; 29(2):307-15.
22. **McCull E, Thomas L, Bond S.:**  
*A study to determine patient satisfaction with nursing care.*  
Nurs Standard 1996; 10(52):34-38.
23. **IPASVI:**  
*Qualità, accreditamento, indicatori.*  
Federazione Nazionale Collegi IPASVI. Roma,1998.
24. **Franci A, Corsi M.:**  
*Verso l'assistenza domiciliare integrata. Una proposta di metodo per valutare la qualità percepita.*  
Edizioni Summa Padova;1998.
25. **Greenley JR, Youg TB, Schoenherr RA.:**  
*Psychological distress and patient satisfaction.*  
Medical Care 1982.
26. **Chang BL, Uman GC, Linn LS, Ware JEJ, Kane RL.:**  
*The effect of systematically varying components of nursing care on satisfaction in elderly ambulatory women.*  
Western J. Nursing Research 1984; 6: 367-75.
27. **Staniszewska S., Ahmed L.:**  
*The concepts of expectation and satisfaction: do they capture the way patients evaluate their care?*  
Journal of advanced nursing. 1999;29(2):364-372.
28. **Lefroy R, Page J, Sang M..**  
*Aspecial hostel for the care of people with dementia.*  
Human Ageing Research Unit. University of Western Australia 1988.
29. **Denton LE, Boldy DP.:**  
*Joondanna Village redevelopment: report on survey of village residents.*  
Curtin University, Perth 1995.



- 30. Lavizzo-Mourrey RJ, Zinn J, Taylor L.:**  
*Ability of surrogates to represent satisfaction of nursing home residents with their quality of care.*  
Journal of the American Psychiatric Society 1992; 1(40):39-47.
- 31. Barlett H.:**  
*Nursing home for elderly people. Question of quality and policy.*  
Harvard Academic Publishers, London 1993.
- 32. Fox JG, Storm DM.:**  
*A different approach to socio-demographics predictors of satisfaction with health care.*  
Social Science Medicine 1981; 15A:577-589.
- 33. Reese S, Wallace P.:**  
*Verdicts in Social Work London.*  
Edward Arnold 1982.
- 34. Piredda M, Cossu L, Amato S, Alvaro R, Tartaglioni D, Spiga F, Pascarella MC, De Marinis MG.:**  
*Misura della soddisfazione del paziente per l'assistenza ricevuta.*  
Versione italiana del "Newcastle Satisfaction with Nursing scales" Int Nurs Persp 2007;7(2-3):25-31.
- 35. Risser NL.:**  
*Development of an instrument to measure patient satisfaction with nurses and nursing care in primary care setting.*  
Nursing Research.1975;24:45-52.
- 36. Larsen DL, Attkisson CC, Hargreaves WA, Nguyen TD.:**  
*Assessment of client/patient satisfaction: development of a general scale.*  
Eval Prog Plann 1979;2:197-207.
- 37. Ruggeri M, Greenfield TK.:**  
*The Italian version of the Service Satisfaction Scale (SSS-30) adapted for community-based psychiatric patient: development, factor analysis and application.*  
Eval Prog Plann 1995;18:191-202.
- 38. Coluccia A, Ferretti F, Lorini F, Calamai M.:**  
*Il questionario di qualità percepita (QQP).*  
Mondo Sanitario. 2002;10:14-19.
- 39. Westbrook JL.:**  
*Patient Satisfaction: Methodological Issue and research findings.*  
Australian Health Review 1993; 16(1):75-88.
- 40. Ware JE, Snyder NK, Wright WR et al.:**  
*Defining and measuring patient satisfaction with medical care.*  
Evaluation and Program Planning 1983; 6:247-263.
- 41. Nelson EC, Hays RD, Larson C et al.:**  
*The patient judgment system : reliability and validity.*  
Quality Review Bulletin 1989; 15:185-191.
- 42. Davies DA, Bush HA.:**  
*Developing effective measurement tools: a case study of the consumer emergency satisfaction scales.*  
Journal of Nursing Care Quality 1995; 9(2): 26-35.
- 43. La Monica EL, Oberst MT, Madea AR & Wolf RM.:**  
*Development of a patient satisfaction scale.*  
Research in Nursing and Health 1986;9:43-50.
- 44. Laschinger HS, McGillis Hall L, Almost J.:**  
*A psychometric analysis of the patient satisfaction with nursing care quality questionnaire.*  
J Nurse Care Qual 2005; 20(3):220-230.
- 45. Gilleard C, Reed R.:**  
*Validating a measure of patient satisfaction with community nursing services.*  
J Adv Nurs 1998;28:94-100.
- 46. Zinn SZ, Lavizzo-Mourrey R, Taylor L.:**  
*Measuring satisfaction with care in N.H.'s settings: the nursing home residents satisfaction scale.*  
Journal of Applied Gerontology 1993;12 (4):452-465.
- 47. Wilde B, Larsson G, Larsson M, Starrin B.:**  
*Quality of care. Development of a patient-centred questionnaire based on a grounded theory model.*  
Scandinavian Journal of Caring Sciences 1994;8:39-48.
- 48. Philips-Doyle CJ.:**  
*Developing a measure of quality of care in Australian nursing home.*  
Report to RADGAC, Monash University Melbourne 1995.
- 49. Reeder PJ, Chen SC.:**  
*A client satisfaction survey in Home Health Care.*  
Journal of Nursing Quality Assurance 1990;5(1):20-21.
- 50. De Ambrogio U, Bassanini Setti MC.:**  
*Tutela dei cittadini e qualità dei servizi.*  
Franco Angeli Milano 1997.
- 51. Ministero della Salute.:**  
*Piano Sanitario Nazionale 2011-2013, Novembre 2010; 14.*



Dal 1851, il Giornale di Medicina Militare è la più antica pubblicazione militare edita senza interruzione.



**postatarget**  
magazine

Tariffa Pagata  
Aut. PT Magazine Editori SMA MAD1282305  
valida dal 14/2008

**Posteitaliane**