



**Giornale di** **M**edicina **Militare**  
PERIODICO DEL MINISTERO DELLA DIFESA



# Giornale di Medicina Militare

Periodico Medico-Scientifico del Ministero della Difesa

## Direttore Responsabile

Ten. Col. Me. Francesco Ruggiero

## Presidente Comitato Scientifico

Magg. Gen. Nicola Sebastiani

## Comitato Scientifico

Gen. Isp. CSA rn Domenico Abbenante

Amm. Isp. Mauro Barbierato

Magg. Gen. Antonio Battistini

Gen. B. GdF Beniamino Colagrosso

Gen. D. CC R.T. (me) Vito Ferrara

C.te C.M. SMOM Brig. Gen. Mario Fine

Magg. Gen. CRI Gabriele Lupini

Col. sa. (vet.) Giovanni Rucco

Dir. Cen. PS Fabrizio Ciprani

## Referenti Scientifici

Ten. Col. Massimiliano Mascitelli

Ten. Col. sa. (vet.) Sergio Carta

Magg. (psi) Giorgio Fanelli

Ten. Sa. RS Antonio Ruggiero

C.F. (SAN) Francesco Tavella

T.V. (SAN) psi Giorgia Trecca

T.V. (SAN) Marco Gasparri

Brig. Gen. CSA rn Marco Lucertini

S.Ten CSArs (psi) Valeria Ceci

1° Mar. Lgt. Antonio Di Fabrizio

Ten. Col. CC (me.) Giuseppe De Lorenzo

Cap. (psi) Paolo Trabucco Aurelio

Dir. Med. PS Clementina Moschella

Dir. Tecnico Capo (psi) Petri Cucè

Sovrintendente Capo Maurizio Bellini

Col. me. CRI Romano Tripodi

Col. me. CRI Ettore Calzolari

Cap. com. CRI Sergio Mattaccini

Ten. com. CRI Domenico Nardiello

Magg. (psi) GdF Luigi Cinque

Cap. me. GdF Carlo Buonomo

Cap. me. GdF Fabio Castrica

Appuntato GdF Emiliano Cutelli

Brig. Gen. farm. ANSMI Vincenzo Barretta

## Board dei reviewers

Prof.ssa Rosaria Alvaro

Prof. Giovanni Arcudi

Prof. Francesco Carinci

Prof. Rostislav Kostadinov

Prof. Roberto Mugavero

Dott. Giuseppe Noschese

Prof. Francesco Riva

Prof. Fabrizio Tagliavini

Prof. Giorgio Trenta

Prof. Paolo Voci

## Redazione e Segreteria

Francesca Amato

Mosè Masi

Daniilo Di Mambro

## Direzione e Redazione

Via S. Stefano Rotondo, 4 - 00184 Roma

Tel.: 06/777039077-06777039082

Fax: 06/77202850

@ e-mail: gmedmil@igesan.difesa.it

@ e-mail: giornale.medmil@libero.it

## Amministrazione

STATO MAGGIORE DIFESA

Ufficio Amministrazione

Via XX Settembre, 11 - 00187 Roma

## Stampa, realizzazione e distribuzione

FOTOLITO MOGGIO s.r.l.

Strada Galli snc

00010 Villa Adriana - Tivoli (RM)

www.fotolitomoggio.it

## Autorizzazione del Tribunale di Roma

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

Codice ISSN 0017-0364

Finito di stampare in dicembre 2019

## 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).

## Ringraziamenti

Si ringrazia per le traduzioni il Ten. Col. *Paolo Cappelli* della Sezione Interpretariato e Traduzioni dello Stato Maggiore della Difesa.

---

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

## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

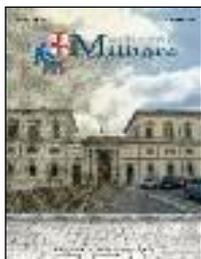
**Italia:** Abbonamenti € 36,15; Fasc. singolo (annata in corso) € 5,16; Fasc. singolo (annate arretrate) € 7,75

**Estero:** € 86,00 - \$ 125,20

**Librerie:** Sconto del 10% sull'importo annuo: Italia € 32,54; Estero € 77,40 - \$ 112,80

**Il versamento deve essere effettuato sul c/c postale n. 1007604034 intestato a: Difesa Serizi S.p.a.** Via Flaminia, 335 - 00196 Roma (RM), indicando nella causale "Abbonamento al Giornale di Medicina Militare, Cognome e Nome e indirizzo esatto per la spedizione". Inviare copia della ricevuta del versamento alla Redazione del Giornale via e-mail a gmedmil@igesan.difesa.it.

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.



# Sommario

## Editoriale

195 RUGGIERO F.

## Osservatorio Epidemiologico della Difesa

197 L'osservazione del fenomeno suicidario in ambito militare.

I dati statistici relativi ai suicidi nell'ambito delle Forze Armate evidenziano percentuali inferiori rispetto a quelle del mondo civile, con analoghi fattori di rischio. E' importante riconoscere i comportamenti autolesionistici.

FAVASULI M.A., ROCCHETTI A., VENTO R., LASTILLA M.

## Original study

205 Sviluppo dei materiali e metodi per la realizzazione di un Sistema Integrato per la sorveglianza dei patogeni trasmessi da vettori (SENSOR).

*Development of materials and methods for the realization of an Integrated System for the surveillance of vector-borne pathogens (SENSOR).*

Obiettivo primario della ricerca SENSOR è lo sviluppo di un sistema innovativo di caratterizzazione dei sistemi "insetto vettore/agente patogeno". La metodica possiede le caratteristiche di semplicità d'uso applicabile anche in zone remote.

POMBI M., FORTUNA C., DE SANTIS R., FAGGIONI G., ARCÀ B., REZZA G., LISTA F., SPAGNOLO F.

## Review

223 Le *non-technical skills* in ambito emergenziale.

*Non-technical skills in emergency settings.*

Le *non technical skills*, originarie del mondo aeronautico, conferiscono la capacità di adattamento ed evoluzione utile particolarmente in contesto sanitario emergenziale. Vengono illustrati lo stato dell'arte e gli strumenti di potenziamento.

TRAMA M.

## Case report

247 Ectasia coronarica destra asintomatica da verosimile fistola congenita con le sezioni cardiache di destra: riscontro occasionale in corso di accertamenti per l'idoneità al servizio nell'Esercito.

Il ruolo significativo dell'uso abituale dell'ecocardiografia integrato con altre metodiche di diagnostica per immagini.

*An asymptomatic right coronary ectasia due to a likely congenital fistula to the right cardiac chambers: an incidental finding detected in the course of investigation for the eligibility to serve the Army.*

*The relevant role of the routine use of echocardiography combined with other diagnostic imaging methods.*

Le fistole dell'arteria coronaria sono una rara malformazione la cui diagnosi richiede un approccio multi diagnostico ed il cui riscontro è spesso occasionale. Viene illustrato il caso di un candidato al reclutamento.

MARCHESE G.

## Argomenti di Medicina Legale

260 La certificazione di qualità del Policlinico Militare di Roma.

La certificazione di qualità costituisce il traguardo finale di un laborioso e virtuoso processo di revisione dei protocolli e delle dinamiche lavorative. L'ambito obiettivo recentemente conseguito dal Policlinico Militare di Roma è descritto a partire dalle fasi iniziali.

ELISIO M., PETRELLA A., ANDREOZZI A., AGOSTA F., ROSSETTI R., MAMMANA G.



# 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 (cd-rom, oppure come allegato e-mail) con una copia a stampa. Il testo può contenere già impaginate eventuali tabelle e figure che, comunque, andranno anche allegate in un file a parte. L'indirizzo per l'invio è:

**Redazione del Giornale di Medicina Militare - Via Santo Stefano Rotondo n. 4 - 00184 Roma - Italia - Telefono 06/777039077 - 06/777039082.**

**e-mail: [gmedmil@igesan.difesa.it](mailto:gmedmil@igesan.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.

Gli elaborati scientifici dovranno uniformarsi alle indicazioni contenute nelle norme redazionali e consultabili all'indirizzo: [www.difesa.it/GiornaleMedicina/rivista/Pagine/Norme\\_Redazionali.aspx](http://www.difesa.it/GiornaleMedicina/rivista/Pagine/Norme_Redazionali.aspx).

\*\*\*

Le presenti indicazioni sono state elaborate nel rispetto delle norme previste in materia di "Protezione del diritto d'autore e di altri diritti connessi al suo esercizio" (Legge del 22 aprile 1941, n. 633).

\*\*\*

Gli Autori degli elaborati, accettando le condizioni delle norme, cedono a "Giornale di Medicina Militare", a titolo gratuito, il diritto di utilizzazione economica della/delle opere dell'ingegno, la cui proprietà intellettuale resta in capo all'Autore e con le limitazioni discendenti dall'attribuzione del predetto diritto di pubblicazione.

Gli elaborati destinati alla pubblicazione dovranno rispettare i vincoli del Codice in materia di protezione dei dati personali (Decreto Legislativo del 30 giugno, n. 196) nonché quelli discendenti dalla normativa sul Segreto di Stato e quelli inerenti al

divieto di pubblicare informazioni riservate/controllate/classificate in ambito Nato-UEO e/o nazionale(1).

La collaborazione è aperta a tutti gli Autori che godano dei diritti civili e politici nello Stato di appartenenza o di provenienza.

La responsabilità dell'effettiva titolarità di tali diritti ricade nella sfera personale dell'Autore che dichiara di esserne in possesso.

I prodotti editoriali destinati alla pubblicazione devono essere inediti ed esenti da vincoli editoriali.

A tal fine, gli Autori dovranno sottoscrivere apposita dichiarazione sostitutiva di certificazione e dichiarazione di conflitti d'interesse (Disclosures) disponibili on-line al link [www.difesa.it/GiornaleMedicina/rivista/Pagine/Norme\\_Redazionali.aspx](http://www.difesa.it/GiornaleMedicina/rivista/Pagine/Norme_Redazionali.aspx).

\*\*\*

L'accettazione è condizionata al parere del Comitato Scientifico, che non è tenuto a motivare la mancata pubblicazione. Il Comitato nel processo di revisione dell'articolo potrà richiedere agli autori modifiche, chiarimenti ed aggiunte ritenuti necessari per l'accettazione dell'elaborato. 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. Al fine di abbreviare i tempi di pubblicazione si raccomanda di far pervenire l'elaborato già corredato del parere favorevole dei Superiori gerarchici.

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, od in alternativa alla C.R.I., allo S.M.O.M., ai VV.FF. 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 o militare 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 del Giornale e non possono essere pubblicati in tutto o in parte altrove senza il permesso dell'Editore.

\*\*\*

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. La presentazione degli elaborati implica l'osservanza da parte dell'Autore, senza riserva alcuna, di tutte le norme, condizioni e vincoli richiamate nelle presenti norme, nonché la presentazione contestuale all'elaborato delle dichiarazioni e la mancata ottemperanza comporta l'automatica esclusione dal procedimento. Per quanto non espressamente previsto dal presente Regolamento, si fa comunque riferimento alle norme dettate dalla legislazione in materia e successivi/correlati provvedimenti legislativi e/o regolamentari.

\*\*\*

**Ai sensi del Regolamento UE 2016/679 e del d.lgs 2018/101**, si informa che i dati personali forniti dagli Autori saranno utilizzati esclusivamente per l'espletamento del procedimento in parola. In particolare, l'Autore potrà espletare il diritto all'accesso ai dati personali, richiederne la correzione, l'integrazione, ovvero ogni altro diritto contemplato dal sopraccitato decreto.

Ai sensi dell'art. 71 del D.P.R. del 28 dicembre 2000, n. 445, l'Amministrazione ha d'altro canto la facoltà di effettuare idonei controlli, anche a campione, nonché in tutti i casi in cui sorgessero dubbi sulla veridicità della dichiarazione sostitutiva di certificazione resa ai fini della partecipazione alla valutazione per la pubblicazione degli elaborati.

Ai sensi della Legge del 7 agosto 1990, n. 241, il responsabile unico del procedimento in parola è il Capo Ufficio Coordinamento Generale dell'Ispettorato Generale della Sanità Militare – Via di Santo Stefano Rotondo n. 4 – 00187 ROMA - tel. 06/777039049.

(1) L. n. 633/1941; L. n. 124/2007; D.P.C.M. 06/11/2015, n. 5; Direttiva Nato AC/324-D-2014.



## EDITORIALE



Care lettrici, cari lettori,

*l'ultimo numero dell'annata 2019 mi offre lo spunto per un bilancio del nostro Giornale. Ormai alle spalle due annate segnate da difficoltà editoriali legate, è bene ripeterlo, a problematiche economiche ed amministrative indipendenti dalla redazione, abbiamo assistito già dalla fine del 2018 ad una progressiva crescita del periodico. Crescita scientifica con l'ampliamento dei referenti scientifici e dei reviewer; crescita divulgativa tramite la selezione di articoli sia scientifici che narrativi di chiaro spessore, crescita professionale con il consolidamento delle dinamiche della redazione omogeneamente e propositivamente inserita in seno all'Amministrazione della Difesa.*



*Tali evoluzioni hanno consentito, la prova è adesso tra le vostre mani, di produrre nei tempi previsti tutti i numeri dell'annata 2019, recuperando inoltre il ritardo di quella precedente. Il successo conseguito non è stato di facile portata ed ha impegnato duramente il personale impiegato presso il Giornale, allo stato attuale rappresentato da tre soli collaboratori, oltre al sottoscritto. A loro il mio personale plauso per il costante impegno, la dedizione e l'entusiasmo senza i quali difficilmente il nostro periodico potrebbe costantemente migliorare.*

*E che di un vero successo si tratti è attestato in primis dai complimenti che i lettori di ogni dove generosamente tributano al nostro lavoro. Ma sarebbe facile come "giocare in casa" valutare la qualità del prodotto basandosi unicamente sul benevolo riscontro dei lettori affezionati. Difatti, autorevoli ed obiettivi riconoscimenti sono giunti appunto durante quest'anno da enti esterni: Difesa Servizi spa ed EBSCO. La prima è in procinto di sponsorizzare il periodico tramite la vendita di spazi pubblicitari, in ciò attestando la diffusione capillare e la solidità della pubblicazione oltre che la serietà dell'operato di quanti ci lavorano; è indubbio che tale collaborazione, ampliando come ci auguriamo le disponibilità economiche a favore del Giornale, consentirà alla Redazione di incrementare la visibilità e la diffusione della testata. La EBSCO, leader mondiale nella diffusione scientifica tramite MEDLINE, dopo un attento vaglio da parte di un autorevole panel di esperti, ha reputato il Giornale idoneo all'indicizzazione all'interno delle proprie banche dati. La definizione delle modalità di collaborazione è ormai alle*



*battute finali e sono fiducioso di darvi la notizia dell'avvio del processo già dal prossimo editoriale. L'inserimento del periodico all'interno di MEDLINE segnerà una svolta epocale. Per il momento mi preme sottolineare come un ente di prestigio internazionale abbia autonomamente e spontaneamente avuto modo di valutare e soppesare il nostro operato trovandolo di qualità adeguata all'indicizzazione.*

*A partire dall'anno 2020, forti degli ottimi risultati conseguiti, dovremo sostenere un crescente impegno, proprio perché dal Giornale sia i lettori sia l'Amministrazione sia il mondo scientifico si attendono non solo il mantenimento dell'elevato standard acquisito, ma un continuo e progressivo miglioramento. Se da un lato tale sfida inorgolisce la Redazione, dall'altro non mancano le preoccupazioni in quanto a fronte di incarichi tanto gravosi il personale, benché motivato, resta numericamente molto esiguo e spesso oberato da ulteriori incarichi estranei al Giornale, le incombenze amministrative distraggono risorse preziose alla stesura del periodico e la prospettiva di un impegno pluriennale basato su elevati standard qualitativi richiede una lungimirante programmazione del personale in prossimo avvicendamento.*

*A fronte di tali preoccupazioni sono fiducioso nel supporto degli autori che con i propri elaborati di elevato pregio, consapevoli della solidità ed autorevolezza del Giornale, sostengono e semplificano di molto il lavoro della Redazione. A loro ed a tutti i lettori mi sento di garantire, in qualità di Direttore Responsabile, il mio personale impegno affinché il Giornale di Medicina Militare continui ad operare nel segno della tradizione e della serietà che lo animano dal 1851 e che lo hanno reso il periodico edito ininterrottamente più longevo d'Italia e tra i più antichi in Europa ... senza dimenticare una "strizzata d'occhio" alla modernità.*

*Francesco Ruggiero*



# L'OSSERVAZIONE DEL FENOMENO SUICIDARIO IN AMBITO MILITARE

Maria Annunziata Favasuli\*

Anna Rocchetti\*\*

Raffaele Vento<sup>o</sup>

Marco Lastilla<sup>oo</sup>

**Riassunto:** la conoscenza del dato statistico-epidemiologico del fenomeno suicidario in ambito militare rientra nella catena delle azioni preventive finalizzate a contenere i fattori di rischio ed a potenziare quei fattori protettivi specifici al contesto organizzativo.

A tale scopo si è provveduto ad una revisione della Scheda di rilevazione dei dati sul suicidio, sulla base delle conoscenze scientifiche attuali e dei dati statistici relativi alla popolazione generale. Ciò per riconoscere quei "predittori" del rischio suicidario altrimenti non emergenti, e quindi non utilizzabili nella prevenzione del fenomeno.

Un'adeguata rilevazione dei dati sul suicidio permette ai Vertici Militari, attraverso il dipendente Osservatorio Epidemiologico della Difesa (OED), di effettuare un costante monitoraggio sia dal punto di vista statistico-descrittivo che analitico-epidemiologico, ponendo a confronto statistico la popolazione militare con quella generale (civile) e osservando altresì, sul piano analitico, la declinazione delle variabili correlate al suicidio all'interno del contesto militare.

**Parole chiave:** scheda di segnalazione "OPAS", fattori di rischio suicidario, monitoraggio, prevenzione. **Messaggi chiave:**

**Messaggi chiave:**

- Il monitoraggio del fenomeno suicidario (tentativi e portati a termine) è imprescindibile da adeguate modalità di notifica e di trattamento degli specifici dati in osservazione.
- A tal fine la relativa scheda "OPAS" è stata rimodulata sulla base delle intervenute nuove esigenze istituzionali.

## Premessa

L'OED, fin dalla sua istituzione avvenuta nel 2006, monitora il fenomeno suicidario con l'accuratezza richiesta, da un lato per il doveroso contrasto nei confronti di tutte le varie cause di morte nella popolazione militare in tempo di pace, e dall'altro per una più specifica attività di studio del fenomeno finalizzata alla sua prevenzione.

I dati relativi al fenomeno dei suicidi sono stati raccolti fino all'anno 2012 a cura del soppresso "Osservatorio Permanente sul fenomeno suicidi", dipendente dall'allora Comando di Vertice della Sanità militare Interforze (Direzione Generale della Sanità militare = DIFESAN). A partire dal 2013, il flusso delle informazioni è stato riorganizzato contemplando la trasmissione di un'apposita scheda di segnalazione, cosiddetta "OPAS" (Osservatorio permanente Atti suicidari), dalle singole Strutture sanitarie periferiche di Forza Armata/Arma dei Carabinieri (FA/CC) all'OED, con riepilogo periodico annuale a cura dei rispettivi Comandi Sanitari di vertice.

Le suddette modalità organizzative hanno consentito un recupero a posteriori tale da permettere all'OED di disporre di una banca-dati in continuo aggiornamento, dal 2006 a tutt'oggi.

\* Dott.ssa Psicologa, Consulente Civile dell'Osservatorio Epidemiologico della Difesa - Ispettorato Generale della Sanità Militare - SMD - Roma;

\*\* Funz. Amm. (Dott.ssa in Statistica), Capo Sezione Statistica dell'Osservatorio Epidemiologico della Difesa - Ispettorato Generale della Sanità Militare - SMD - Roma;

<sup>o</sup> T.Col. CC R.T. (me), Capo Sezione Epidemiologia dell'Osservatorio Epidemiologico della Difesa - Ispettorato Generale della Sanità Militare - SMD - Roma;

<sup>oo</sup> Col. CSArn SMD - Direttore dell'Osservatorio Epidemiologico della Difesa - Ispettorato Generale della Sanità Militare - SMD - Roma;

**Corrispondenza:** e-mail: [osservatorio@igesan.difesa.it](mailto:osservatorio@igesan.difesa.it)



Il monitoraggio del fenomeno suicidario consente di ottenere, sul piano statistico- descrittivo una sorta di fotografia di detto fenomeno, e sul piano analitico-epidemiologico di cogliere i fattori che lo sostanziano e che rendono conto del suo accadimento. In quanto “discorso riguardo alla popolazione” (*epi-demos-logos*), il monitoraggio epidemiologico mira a definire la rilevanza del problema, cercando di rispondere a quesiti fondamentali, ovvero:

- Quante persone sono interessate dall’evento?
- Il rischio è in aumento o in diminuzione?
- Qual è la rilevanza del problema?
- In che modo può essere prevenuto?

## Epidemiologia del suicidio in Italia:

In ambito militare, sul piano statistico la distribuzione dei suicidi risulta sovrapponibile a quella nella popolazione generale ed il fenomeno risulta altresì contenuto anche in ragione di aspetti peculiari al contesto organizzativo, fra i quali soprattutto:

- *L’Healthy worker effect*”, o meglio, nel caso specifico, più correttamente definibile “*Healthy soldier effect*”, che si riferisce alla popolazione militare come popolazione più selezionata (all’atto dell’arruolamento) dal punto di vista sanitario e periodicamente controllata, da cui una potenziale maggior “copertura” (in termini di minor rischio di insorgenza) nei confronti di alcune patologie rispetto alla popolazione generale;
- *L’esiguità del numero dei soggetti di età a maggior rischio, dovuta al pensionamento*, in quanto in ambito militare non risultano più in servizio i soggetti appartenenti alle classi di età maggiormente a rischio di suicidio che, secondo i dati ISTAT, includono i soggetti dai 65 anni in su. In ambito militare la classe d’età più colpita è quella tra i 40-49 aa (**Fig. 1**).

Per la comprensione e la descrizione del fenomeno suicidario gli AA si sono avvalsi delle conoscenze scientifiche e dei contributi della moderna suicidologia, atte all’individuazione di precisi fattori di rischio – interrelati e fra loro sovrapponibili – in funzione dei quali si è provveduto a rielaborare la scheda di rilevazione degli eventi suicidari.

Si è riservata particolare attenzione a quelle informazioni connesse ad aree e costrutti significativi, ovvero a quelle condizioni ed eventi che, in letteratura, presentano una importante correlazione statistica con il suicidio e che sono variamente descritti come fattori di rischio primari, secondari e terziari, a breve e a lungo termine, di tipo biologico-clinico e di tipo socio-demografico, fattori di rischio generici contrapposti a fattori di rischio precipitanti, etc.. Ai suddetti fattori fanno riferimento le revisioni introdotte all’interno della scheda OPAS.

## Il flusso informativo dei dati relativi ai Suicidi e ai Tentati suicidi

### La scheda di segnalazione ex-OPAS (Osservatorio Permanente Atti Suicidari)

Introdotta al momento della costituzione dell’Osservatorio Permanente sul fenomeno suicidario nel 1987, è stata di recente aggiornata dall’Ispettorato Generale della Sanità Militare (OED in collaborazione con il Comitato tecnico-scientifico di Psichiatria e Psicologia militare) allo scopo di inserire/integrare quegli items correlati a variabili note in letteratura come specifici “fattori di rischio” per il suicidio.

La Scheda OPAS viene trasmessa da parte delle singole FA/CC all’OED in riferimento al **solo personale in servizio**, in quanto una volta congedato il personale afferisce, dal punto di vista sanitario, esclusivamente al Servizio Sanitario Nazionale/Regionale.

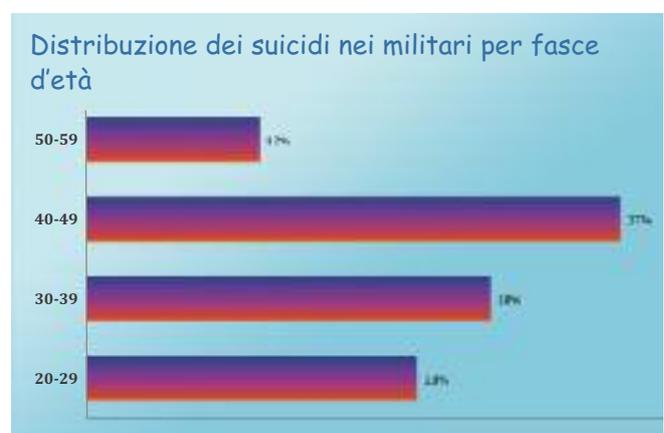


Fig. 1



L'adeguata compilazione ed invio della Scheda OPAS all'OED consente il monitoraggio del fenomeno suicidario.

La scheda consta di una parte generale ascrivita al Comandante di Corpo e di una parte speciale di responsabilità sanitaria. Ciò rende conto dell'esigenza di cogliere aspetti legati non soltanto alla patologia, bensì di integrare lo sguardo medico con le dimensioni personali e professionali dell'esperienza di vita del soggetto, semplificate ma rese comunque inferibili dagli items presenti nella scheda OPAS.

E' la complessità del fenomeno suicidio che eccede le categorie diagnostiche (*solo il 13% dei suicidi si collega a cause psichiatriche*) a richiedere uno sguardo sull'intero orizzonte di vita della persona. La scheda OPAS è uno strumento tecnico che, in quanto tale, riduce e semplifica la complessità di un fenomeno multidimensionale come il suicidio, per il quale occorre collocarsi entro prospettive multidisciplinari. Purtuttavia è uno strumento utile a cogliere dei dati sui quali riflettere successivamente in termini di ipotesi e di modelli di comprensione/spiegazione, nell'ottica della complessità che connota l'agire umano, anche, e forse soprattutto, l'agire estremo.

Il Suicidio è un evento multifattoriale complesso non ascrivibile ad univoche relazioni causa-effetto per la cui comprensione si fa ricorso a modelli teorici complessi e a concetti di Probabilità e di Rischio.

I fattori di rischio per il suicidio non costituiscono le "cause", bensì esprimono condizioni che aumentano la probabilità che il suicidio venga realizzato: dalla rilevazione dei dati forniti nella scheda OPAS si è resa disponibile una prima lettura circa l'andamento dei fattori di rischio nel contesto militare. Tali fattori sono risultati in larga parte sovrapponibili a quelli presenti nelle popolazione generale.

Nel novero dei fattori di rischio generali considerati nell'aggiornamento della OPAS, gli AA hanno focalizzato l'attenzione su due in particolare, in relazione al peso specifico che rivestono riguardo alla predittività del gesto suicidario:

- *La facilità di accesso ad armi letali (fattori di rischio ambientali);*
- *Precedenti Tentativi di suicidio (fattori di rischio bio-psicosociali).*

Allo scopo sono stati introdotti gli Items che riguardano la modalità di realizzazione del gesto suicidario e la segnalazione di precedenti tentativi di suicidio (**Fig. 2 e 3**).

Entrambi costituiscono specifici fattori di rischio che aumentano la probabilità di realizzazione del gesto suicidario.

Per quanto riguarda la modalità del gesto autolesivo si è potuto che osservare che nella popolazione militare, a differenza di quanto si riscontra nella popolazione civile, l'uso dell'arma da fuoco costituisce la principale modalità suicidaria (**Fig. 4, 5 e 6**).

Tra i fattori che influenzano la scelta del metodo suicidario i principali risultano essere:

- La disponibilità e l'accessibilità al mezzo
- La consuetudine d'uso
- La dimestichezza

Stante lo specifico contenuto dell'attività lavorativa militare - che per alcune Specialità/ruoli/incarichi coincide con il possesso dell'arma da fuoco - risulta di massima importanza tenere in debito conto la presenza di tale fattore di rischio come potenzialmente attivo nella vita professionale del militare.

OPAS - Osservatorio Nazionale sui Suicidi  
Anno: 2017 - Numero: 12345 - 000

PARTE GENERALE  
(dati del Comandante)

1. Grado: \_\_\_\_\_ Cognome: \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_  
2. Luogo di nascita: \_\_\_\_\_ 3. Data di nascita: \_\_\_\_\_  
4. Residenza: \_\_\_\_\_  
5. Titolo di studio: \_\_\_\_\_  
6. Filiazione: \_\_\_\_\_ 7. Coniugato: \_\_\_\_\_ 8. Sepolto: \_\_\_\_\_  
9. N° figli: \_\_\_\_\_ N° figli a carico: \_\_\_\_\_  
10. Domande presentate dall'interessato: \_\_\_\_\_  
Data domanda: \_\_\_\_\_  
11. Principali disturbi ricorrenti: \_\_\_\_\_  
12. D.M. o C.P. di appartenenza: \_\_\_\_\_ 13. Data di arruolamento: \_\_\_\_\_  
14. Data otto autolesivo: \_\_\_\_\_ 15. Modalità atto autolesivo: \_\_\_\_\_  
16. Fatto avvertito: \_\_\_\_\_ 17. Numero precedenti tentativi: \_\_\_\_\_  
18. Fatto autolesivo: \_\_\_\_\_  
19. Ultimo atto d'impiego e precedenti: \_\_\_\_\_  
(anno/mese/giorno)

Fig. 2

ANNEGGAMENTO  
ARMA DA FUOCO  
ARMA DA TAGLIO  
ASFISSIA DA GAS  
AVVELENAMENTO  
IMPICCAMENTO  
INVESTIMENTO  
PRECIPITAZIONE  
ALTRO

Fig. 3 - Principali modalità di realizzazione del gesto suicidario.



Fig. 4

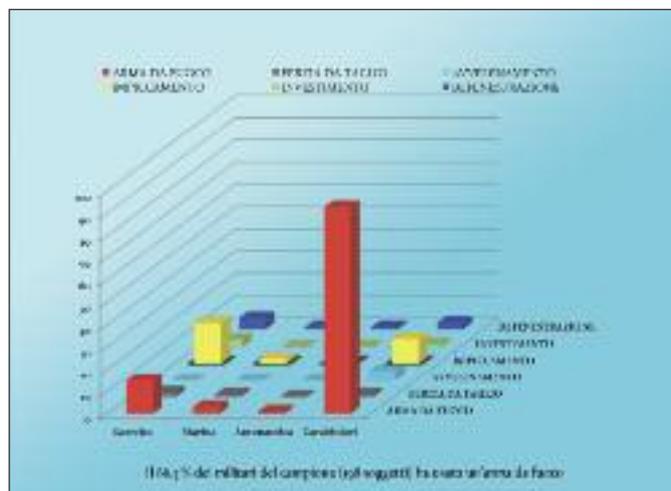


Fig. 5

### Facile accesso alle armi fattore di rischio specifico in ambito FFAA

- **Irish Defence Forces:** studio caso-controllo retrospettivo (dal 1970 al 2002) 53% suicidi con arma da fuoco (Mahon et al. 2005);
- **Forze dell'ordine francesi** 51%suicidi con arma da fuoco
- **Forze dell'ordine austriache** 78% dei suicidi con arma da fuoco
- **Studio italiano tra le guardie giurate** (Clerici et al., 2009) tasso di suicidio con armi da fuoco 11,7 per 100.000 persone più alto della popolazione generale corretta per sesso ed età
- Una **review italiana** (Pietrantonì et al. 2003) riporta un tasso di suicidio nella Polizia negli anni 1995-2001 che oscilla intorno alla media nazionale, con prevalente uso dell'arma di ordinanza.

Fig. 6

Il possesso dell'arma va comunque considerato anche per il significato che essa riveste nel processo di costruzione e di mantenimento dell'identità professionale del militare; per alcuni profili e mansioni (Es. personale dei Carabinieri) l'arma viene a coincidere con il ruolo stesso del militare, l'arma simbolicamente sancisce l'appartenenza e il senso d'identità, in un contesto in cui il soggetto è riconosciuto come sintonico ed efficiente.

Sia l'eventuale domanda di aiuto direttamente posta dal soggetto interessato, sia la segnalazione del disagio da parte dei colleghi e sia infine la decisione di attuare restrizioni da parte dei Comandanti, risultano azioni fortemente impregnate di dinamiche affettivo-interpersonali, nonché di imprescindibili implicazioni di natura medico-legale (allontanamento temporaneo o addirittura definitivo dallo specifico contesto d'impiego o anche da tutto l'ambito militare), con importanti ripercussioni sul piano psicologico e sull'iter professionale futuro, fino a coinvolgere l'intera sfera socio-relazionale. Si possono in tal modo ingenerare atteggiamenti di chiusura e reticenza che alimentano il tabù e lo stigma rispetto a momenti di crisi e di disagio, cui fanno seguito restrizioni del ruolo professionale (ritiro dell'arma) con senso di umiliazione e di diminuito rispetto alla propria identità.

Gestire questa variabile in un contesto nel quale risuonano elementi di segno identitario è operazione complessa e richiede di affrontare un processo decisionale che metta a fuoco la reale portata del coefficiente di rischio, da commisurare alle conseguenze che la decisione implica, a cascata, sulla vita del militare.

Rispetto ai "precedenti tentativi di suicidio", va detto che siamo di fronte ad un'ampia gamma di gesti autolesivi, inquadrabili entro uno spettro di comportamenti che vanno dall'autolesionismo al vero e proprio «mancato suicidio». Quest'ultimo è un atto adeguatamente pianificato ma non riuscito per cause indipendenti dalla volontà del soggetto.

Il carattere dimensionale, oltre che la variabilità delle condotte di segno autolesivo, rendono complicata la diagnosi e il corretto inquadramento dei Tentativi di Suicidio, che spesso rimangono come punti ciechi destinati a ripetersi. La Bassa o Alta letalità del gesto nel TS fungono comunque da criterio predittivo rispetto al gesto suicidario.

Dai dati ISTAT, nella popolazione generale i Tentativi di Suicidio risultano 10 volte superiori ai suicidi. Nella popolazione

militare, dai dati segnalati all'OED nelle schede OPAS, risulta invece l'esatto opposto (Fig. 7). Tale dato è da leggere in relazione alla complessità diagnostica sopra analizzata e, verosimilmente, ancor di più, alla dimensione medico-legale connessa alla segnalazione di un tentato suicidio, elementi che potrebbero giustificare l'ampiezza degli "Omissis" rispetto ai tentativi di suicidio.

Proprio in ragione del carattere sfumato e polimorfo dei gesti lesivi, è opportuno considerare tutta una serie di situazioni cliniche per le quali si articola una domanda di cura in ambito sanitario, che potrebbero essere lette come l'espressione di un disagio non esplicitato dal soggetto e non direttamente osservabile dal clinico.

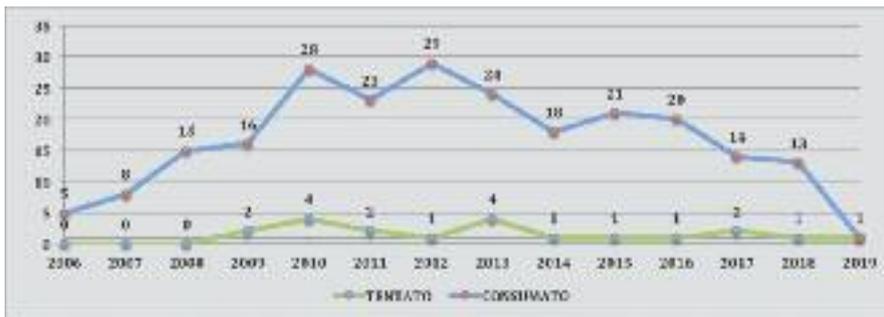


Fig. 7

**OPAS - Documento Anamnestico (2019)**

**PARTE SANITARIA**  
(a cura del D.S.S., possibilmente con il contributo di Psichiatra/Psicologo dell'A.D.)

DDC: \_\_\_\_\_  
 I.C.: \_\_\_\_\_  
 B.S.08: \_\_\_\_\_

26. Stato di salute generale \_\_\_\_\_  
 Altre notizie utili relative allo stato di salute (1): \_\_\_\_\_

27. Accessi in ospedale militare/CMO: dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Evolverimenti medico legali: \_\_\_\_\_  
 dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Evolverimenti medico legali: \_\_\_\_\_  
 dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Evolverimenti medico legali: \_\_\_\_\_  
 dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 N° Complesso Accetti: \_\_\_\_\_ (Giorni Complessivi) \_\_\_\_\_  
 Altre notizie utili (2): \_\_\_\_\_

28. Ricoveri in ospedale civile dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Indicazioni/Procedimenti alla dimissione dall'ospedale: \_\_\_\_\_  
 dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Indicazioni/Procedimenti alla dimissione dall'ospedale: \_\_\_\_\_  
 dal \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
 A) Diagnosi d'ingresso: \_\_\_\_\_  
 B) Diagnosi d'uscita: \_\_\_\_\_  
 C) Indicazioni/Procedimenti alla dimissione dall'ospedale: \_\_\_\_\_  
 N° Complesso Ricoveri: \_\_\_\_\_ (Giorni Complessivi) \_\_\_\_\_  
 Altre notizie utili (3): \_\_\_\_\_

29. Visite mediche presso l'Infermeria dell'Unità d'appartenenza  
 A) Data visita \_\_\_\_\_ B) Diagnosi: \_\_\_\_\_  
 C) Procedimento medico legale: \_\_\_\_\_  
 A1) Data visita \_\_\_\_\_ B1) Diagnosi: \_\_\_\_\_  
 C1) Procedimento medico legale: \_\_\_\_\_  
 A2) Data visita \_\_\_\_\_ B2) Diagnosi: \_\_\_\_\_  
 C2) Procedimento medico legale: \_\_\_\_\_  
 N° Complesso Visite: \_\_\_\_\_ Giorni complessivi di inattività al servizio: \_\_\_\_\_  
 Altre notizie utili (4): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

1) Tipo di visita (ambulatorio, ricovero, dimissioni, ecc.)  
 2) Numero della carta di visita (o numero di S.S.) e nome e cognome del medico (o psicologo) dell'istituto.  
 Pag. 1 di 3

Fig. 8

La parte sanitaria della scheda OPAS (Fig. 8) rende possibile tracciare, per grandi linee, la storia clinica dell'individuo, attraverso la frequenza dell'accesso alle cure mediche, la natura del disagio espresso, il contesto militare o civile cui la persona si rivolge, etc..

In letteratura è evidenziato che circa il 45% delle persone decedute per suicidio ha avuto un contatto con la Medicina di Base nel mese precedente al suicidio, una percentuale fra il 25 e il 75% dei pazienti che commettono suicidio contattano un Medico di base in un lasso di tempo fra i 30 e i 90 giorni precedenti il suicidio (Luoma et al. 2002), (Tab. 1). Infortuni reiterati, frequenti politraumatismi, ripetuti ricoveri ospedalieri possono essere ulteriori segnali meritevoli di approfondimenti.

Considerato che in generale solo il 13% dei suicidi avviene per cause psichiatriche, si evidenzia la necessità di attenzionare un'ampia gamma di fattori, dei quali possiamo infatti cogliere il reale coefficiente di rischio soltanto qualora, conoscendone la valenza e la significatività teorica, è possibile contestualizzarli nella particolare storia di vita del singolo soggetto, nella prospettiva dell'accesso alle cure e della prevenzione.

Tab. 1

VISITE MEDICHE	
OSPEDALE MILITARE	59
RICOVERO OSPEDALE MILITARE	52
MEDICO MILITARE	171
OSPEDALE CIVILE	47
RICOVERO OSPEDALE CIVILE	94
INFERMERIA	73
ASL	139
PSICHIATRICA	90
NON PSICHIATRICA	416



## Conclusioni:

- L'andamento del fenomeno suicidario nel contesto militare risulta numericamente contenuto rispetto a quanto riscontrato nella popolazione generale.
- Sul versante qualitativo risultano sovrapponibili, rispetto alla popolazione generale, le variabili correlate al suicidio, cioè i cosiddetti «fattori di rischio» e «fattori protettivi».
- Elemento distintivo, importante e significativo è la facilità di accesso alle armi, che fra i fattori di rischio socio-ambientale costituisce un potenziale facilitatore della messa in atto del suicidio, oltre che un importante indicatore di rischio a medio e lungo termine.
- Lo scarto numerico fra i tentativi di suicidio e i suicidi portati a termine, che in ambito militare evidenzia una bassa frequenza dei tentati suicidi, molto più frequenti invece nella popolazione generale, orienta per una sottonotifica degli eventi di segno autolesivo, che sono invece importanti predittori di rischio suicidario.
- Poiché il tentato suicidio è il più importante predittore del suicidio portato a termine, si impone una particolare attenzione clinica verso l'ampia gamma dei gesti autolesivi, dei quali altrimenti si perde la valenza predittiva rispetto al suicidio; quest'ultimo va comunque inteso come un evento multidimensionale, il precipitato di un numero embricato di svariati fattori (di tipo biologico-clinico, socio-demografico, primari, secondari e terziari, a breve e a lungo termine, rischio generici, precipitanti, etc.).
- Il Suicidio se non si può prevedere si può prevenire.
- La segnalazione delle variabili ritenute fattori di rischio, mediante le apposite schede di rilevazione, consente di ricercare reali elementi di comprensione delle condotte autolesive e, nei casi dei tentativi di suicidio, di operare in senso preventivo per contenere il rischio di reiterazione del gesto, attraverso il monitoraggio delle variabili analizzate e che ad esso si correlano.

## Bibliografia

1. Berman A.L.; Jobes D.A.: 1999 in Giampieri E. Clerici M. “ Il suicidio oggi” Springer Verlag Italia, 2013;
2. Pompili M.: La prevenzione del suicidio. Il Mulino, 2013.
3. Pompili M.; Tatarelli R.: Suicidio e Suicidologia: uno sguardo al futuro. Minerva Psichiatrica, vol.48 N.1
4. Tatarelli R, Pompili M.: Il suicidio e la sua prevenzione. Giovanni Fioriti Editore, Roma, 2008

---

## Disclosures:

Gli Autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

Articolo ricevuto il 24.10.2019; rivisto il 28.10.2019; accettato il 11.11.2019.



# MONITORING SUICIDE TRENDS IN THE MILITARY

**Maria Annunziata Favasuli\***    **Anna Rocchetti\*\***    **Raffaele Vento<sup>°</sup>**    **Marco Lastilla<sup>°°</sup>**

---

**Summary:** Collecting statistical-epidemiological data about suicide trends in the military is part of the preventative actions to contain risk factors and enhance the factors that protect the organisation.

With this in mind, the form to report suicide data has been updated based on the current scientific knowledge and the statistical data related to the general population. The update aims to identify the factors that can “predict” suicides with a view to preventing them, for they would not be detected otherwise.

Through the proper collection of suicide-related data via the Defence Epidemiology Observatory, the military leadership can monitor the phenomenon from the statistical-qualitative and analytical-epidemiological points of view. The military population can therefore be compared to the general (civil) population, and the variation of suicide-related variables within the military can also be analysed.

**Key words:** OPAS Report, suicide risk factors, monitoring, prevention.

**Key messages:**

- Monitoring suicide trends (both successful or attempted suicides) cannot be separated by proper methods to disseminate and analyse monitoring data.
- To this end, the OPAS Report has been updated to reflect the new Defence needs.

---

\* PsyD, Civilian Advisor to the Defence Epidemiological Observatory (DEO), Inspectorate General of Military Medical Services, Defence General Staff, Rome.

\*\* MA (Statistics), Head of Statistics Section, Defence Epidemiological Observatory (DEO), Inspectorate General of Military Medical Services, Defence General Staff, Rome.

<sup>°</sup> Lt.Col. (Carabinieri), M.D., Chief of Epidemiology Section. Defence Epidemiological Observatory (DEO), Inspectorate General of Military Medical Services, Defence General Staff, Rome.

<sup>°°</sup> Colonel (AF), M.D., Director of the Defence Epidemiological Observatory (DEO), Inspectorate General of Military Medical Services, Defence General Staff, Rome.

**Corresponding author:** e-mail: [osservatorio@igesan.difesa.it](mailto:osservatorio@igesan.difesa.it)



Come trasmetti i tuoi documenti sanitari?

Carta!  
Doppia busta!  
Corrieri!  
**ADDIO!**

# Oggi c'è il SICURSAN

Il Sicursan è un applicativo creato al fine di risolvere il problema della trasmissione dei documenti sanitari in modo sicuro in ambiente elettronico. Il Sicursan è uno dei servizi che ti offre il Portale della Sanità Militare all'indirizzo [www.sanita.difesa.it](http://www.sanita.difesa.it).

Il Sicursan è un applicativo di uso estremamente semplice. L'accesso è riservato ai possessori di CMD-medico e consente di criptare documenti, prodotti come di consueto, rendendoli illeggibili durante l'attraversamento delle vie informatiche documentali (ADHOC o equivalenti), e consente, infine, di decriptare lo stesso documento da parte di un altro possessore di CMD-medico. Se qualcosa non ti è chiara, nel Portale è possibile trovare anche la guida all'uso del Sicursan.

Il portale Sanità è raggiungibile solo all'interno della rete DIFENET, all'indirizzo [www.sanita.difesa.it](http://www.sanita.difesa.it).





## ORIGINAL STUDY

# Sviluppo dei materiali e metodi per la realizzazione di un Sistema Integrato per la sorveglianza dei patogeni trasmessi da vettori (SENSOR)

Marco Pombi \* Claudia Fortuna \*\* Riccardo De Santis ° Giovanni Faggioni °° Bruno Arcà\*  
Giovanni Rezza \*\* Florigio Lista # Ferdinando Spagnolo ##

**Riassunto** -Nell'ambito della tutela della salute e della sicurezza del personale militare, anche per le esigenze dei Teatri Operativi, è indispensabile conoscere, con il maggior grado di dettaglio possibile, i pericoli ai quali possono essere esposti i militari impiegati nei Teatri Operativi. A tal fine, nel Piano Nazionale di Ricerca Militare è stato inserito il progetto di ricerca denominato SENSOR (Sistema integrato per la sorveglianza dei patogeni trasmessi da vettori), il cui obiettivo primario è lo sviluppo di materiali e metodi innovativi volti alla caratterizzazione dei sistemi "insetto vettore/agente patogeno" secondo i profili entomologico, microbiologico e biotecnologico. Tra le innovazioni introdotte, tenuto conto delle intrinseche condizioni delle aree remote ove verrà dispiegato, SENSOR si distingue per la semplificazione delle attività di campo con l'obiettivo di permettere anche ai non specialisti l'allestimento del sistema, la raccolta dei campioni e loro invio in sicurezza ai laboratori di riferimento per i dettagli a livello genomico per l'identificazione certa dell'agente patogeno di interesse e determinazione del grado di infettività. I metodi e materiali messi a punto, e qui presentati, permetteranno la pianificazione ed attuazione di tutte le misure di prevenzione e contenimento (igiene, profilassi, isolamento) necessarie per la sicurezza sanitaria del personale presente nei Teatri Operativi nonché l'adozione di profilassi o terapie farmacologiche mirate.

**Parole chiave:** entomologia, sistema insetto vettore/agente patogeno, prevenzione, protezione, caratterizzazione ambientale.

### Messaggi chiave:

- L'incidenza delle patologie trasmesse da insetti vettori, così come le aree geografiche a rischio, sono in aumento.
- La caratterizzazione dei sistemi insetto vettore/agente patogeno è necessaria e fa parte delle attività di studio per finalità di salute pubblica.
- I materiali e metodi sviluppati nell'ambito del progetto SENSOR permettono di pianificare nel dettaglio la messa a punto delle più adeguate misure di prevenzione e protezione.

### Introduzione

La tutela della salute e della sicurezza del personale militare, impiegato nei Teatri Operativi, inizia con la caratterizzazione dei pericoli ai quali questo potrebbe essere esposto. Le malattie

trasmesse da insetti vettori sono uno dei pericoli principali a causa della complessità del sistema ospite-vettore-patogeno. Investire su risorse umane e materiali per implementare misure di prevenzione e protezione ha senso solo dove il rischio non è trascurabile, come ad esempio in

aree endemiche per la malaria, o altre patologie trasmesse da vettori (es. encefalite da zecche, febbre dengue, febbre chikungunya, Zika, West Nile). Il rischio di contrarre malattie infettive o parassitarie a seguito di puntura di insetti ematofagi è correlato a variabili:

\* Dott. Ric. Ricercatore presso Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive - Università La Sapienza - Roma.

\*\* Dott. Ric. Ricercatrice presso il Dipartimento Malattie Infettive - Istituto Superiore di Sanità - Roma.

° Dott. Ric. Assegnista Senior presso Dipartimento Scientifico - Policlinico Militare - Roma.

°° Dott. Ric. Ricercatore presso il Dipartimento Scientifico - Policlinico Militare - Roma.

• Dott. Ric. Ricercatore presso Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive - Università La Sapienza - Roma.

•• Dott. Ric. Direttore del Dipartimento Malattie Infettive - Istituto Superiore di Sanità - Roma.

# Dott. Ric. Col. Capo Dipartimento Scientifico - Policlinico Militare - Roma.

## Dott. Ric. Magg. Ufficiale Addetto Sezione Politica Sanitaria - Ispettorato Generale della Sanità Militare - SMD - Roma.

**Corrispondenza:** Magg. Ferdinando SPAGNOLO c/o IGESAN, I Reparto, Ufficio Politica Sanitaria Generale, Via Santo Stefano Rotondo 4, 00184 ROMA, sotrin 1059039, ferdinando.spagnolo@esercito.difesa.it



- ambientali: clima, habitat idoneo per riproduzione/sviluppo di larve e parassiti;)
- d'ospite: presenza, densità, distribuzione di serbatoi animali o umani;
- patogenetiche: affinità di specie per serbatoi umani e/o animali, affinità per specie vettrici;
- presenza e densità di specie di insetti vettori e loro abitudini di *resting* (eso/endofili), ricerca dell'ospite (eso/endofagi), preferenza d'ospite e *range* di volo, prevalenza d'infezione.

La *conditio sine qua non* della trasmissione di tali patologie è la presenza di insetti vettori idonei a permettere il mantenimento di agenti patogeni nell'ambiente ed il trasferimento agli ospiti suscettibili. Gli insetti vettori di uno specifico agente patogeno presenti in un'area ne indicano un effettivo rischio di trasmissione (es. malaria, arbovirus, ecc) e sono valutabili mediante trappolamento periodico. I limiti di precisione e sensibilità delle trappole utilizzate per i campionamenti dipendono dai contesti di utilizzo che influiscono sui risultati delle catture. Per questo motivo, il Sistema Integrato per la sorveglianza dei patogeni trasmessi da vettori comprende l'implementazione di trappole dotate di caratteristiche peculiari.

La valutazione del rischio di esposizione a malattie infettive e parassitarie trasmissibili con insetti vettori viene condotta solitamente mediante studi di prevalenza e distribuzione di tali agenti infettivi. Di conseguenza, la valutazione del rischio biologico per le malattie a trasmissione vettoriale risale almeno a 2 indicatori:

- densità di vettori idonei alla trasmissione su vertebrati/uomo;
- frequenza e distribuzione di patogeni nella popolazione vettoriale monitorizzata.

Tuttavia, gli artropodi ematofagi, per nutrirsi efficacemente di sangue, iniettano nei loro ospiti un cocktail salivare (1) che possiede proprietà antigeniche e stimola nell'ospite una risposta anticorpale. Questa risposta anticorpale può essere utilizzata come indicatore di esposizione ad artropodi vettori, come mostrato mediante la messa a punto di idonei saggi immunologici basati su antigeni salivari del vettore di malaria *Anopheles gambiae* (2-5). L'identificazione di proteine salivari culicine-specifiche (6-8) ed indicazioni preliminari (9, 10) indicano come estremamente realistica la possibilità di sviluppare saggi egualmente affidabili anche per vettori di arbovirus quali *Aedes aegypti* ed *Aedes albopictus*. Di conseguenza, misure serologiche atte a valutare l'esposizione umana rispettivamente ad anofeline o culicine possono rappresentare utili strumenti aggiuntivi per la valutazione del rischio.

La strategia operativa di SENSOR è duplice:

1. sviluppo/ottimizzazione di trappole dotate di un sistema di *feeding* artificiale in cui raccogliere gli acidi nucleici degli agenti patogeni eventualmente presenti nella saliva degli insetti catturati (11). Gli agenti patogeni sono rilevati con metodiche molecolari (11).
2. misurazione della risposta IgG ad antigeni salivari di zanzara, una metodica che oltre a fornire indicazioni dirette del potenziale contatto uomo-vettore è anche utile a valutare il livello di risoluzione dei prototipi di trappole sviluppate. La misurazione degli anticorpi IgG contro le proteine salivari gSG6 e cE5 di *Anopheles gambiae* nel siero di personale esposto permette di stimare il grado di esposizione a tre principali vettori

afrotropicali: *An. gambiae*, *An. arabiensis* ed *An. funestus* (12, 13).

Le malattie trasmesse da insetti vettori rivestono un ruolo di primaria importanza tra i rischi sanitari. Nel 2017 le malattie trasmesse da vettori hanno raggiunto il 17% del carico globale stimato di tutte le malattie infettive ed il fenomeno si sta sempre più espandendo. Negli ultimi 50 anni si è registrato un incremento del numero di casi di dengue di circa 30 volte e attualmente la febbre gialla è endemica in 47 paesi dell'Africa e dell'America centrale e meridionale. Tra i rischi sanitari a cui possono essere esposti coloro che operano nei T.O. devono essere considerati anche quelli relativi ai patogeni che possono essere utilizzati come potenziali armi biologiche. Sulla base di questi presupposti sono stati selezionati virus e batteri trasmessi da vettori quali febbre gialla (YFV), *chikungunya* (CHIKV), dengue (DENV), encefalite da zecca (TBEV), *Rickettsia spp.*, patogeni ad alto rischio sanitario (influenza, virus della poliomielite, *Neisseria meningitidis*, *Shigella sonnei*) o potenziali agenti di guerra biologica (*Brucella spp.*). Nello sviluppo di SENSOR sono stati selezionati 8 agenti virali (YFV, DENV, PV, CHIKV, influenza H3N2, H1N1, H5N1 e TBEV), 4 dei quali trasmessi da vettori (*arbovirus*), e 4 agenti batterici (*Rickettsia spp.*, *Shigella spp.*, *N. meningitidis* e *Brucella spp.*) per individuarne i protocolli più idonei alla rilevazione.

## Materiali e metodi

### Intrappolamento degli insetti

Lo sviluppo dei materiali e metodi è iniziato dall'elaborazione di trappole prototipo ideate per alloggiare efficace-



mente un sistema di feeding rispettando le principali caratteristiche di base:

- Trasportabilità;
- Robustezza;
- Autonomia;
- Facilità di assemblaggio;
- Possibilità di modifica;
- Economicità;
- Efficacia.

Le trappole selezionate come migliori candidati sono la BG-Sentinel e la Sticky Resting Box (SRB) (14), in quanto di dimostrata efficacia nella cattura di zanzare appartenenti a diversi generi, sia in fase di host-seeking (BG-Sentinel) sia di resting (SRB) (**Fig. 1**).

Detti strumenti di intrappolamento saranno impiegati per le attività di caratterizzazione in diversi contesti ecologici nelle fasi di picco della dinamica di popolazione delle specie di interesse.

Il sistema di *feeding* per la raccolta di patogeni contenuti nella saliva degli insetti vettori - zanzare in particolare - è stato sviluppato come segue. Una capsula Petri (diametro 6cm) contenente una miscela di miele e idrogel di idrossi-etil-cellulosa al 10% è stata coperta con carta filtro e parafilm (**Fig. 2**). Questo sistema è stato testato su zanzare *Aedes albopictus* in condizione di insettario aggiungendo alcune gocce di blu di metilene alla soluzione. Il blu di metilene permette di identificare gli individui nutriti con il *feeder* (**Fig. 3**).

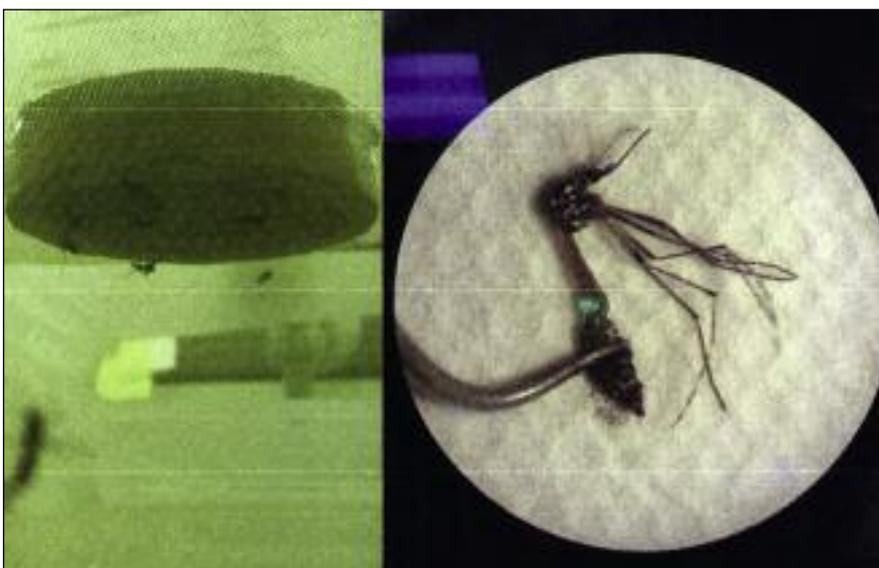
La miscela di miele ed idrogel (idrossi-etil-cellulosa) permette il rilascio del nutrimento graduale nel tempo garantendo una sufficiente umidità alla soluzione per un tempo superiore a 2 giorni. Le prove effettuate hanno mostrato un tasso di alimentazione medio delle zanzare sul *feeder* superiore al 50% e un sufficiente mantenimento dell'umidità.



**Fig. 1** - a) BG-Sentinel trap, innescata con BG-lure (non visibile) e CO<sub>2</sub> ottenuta attraverso fermentazione da lievito (contenitore a destra); b) Sticky Resting Box chiusa, innescata con una fonte di umidità (non visibile) e pronta per essere impiegata sul campo e c) Sticky Resting Box aperta, dove si notano le superfici adesive interne che fungono da sistemi di cattura.



**Fig. 2** - Sistema di feeding basato su una miscela di idrossi-etil-cellulosa, miele e blu di metilene.



**Fig. 3** - Attività di feeding di zanzare *Aedes albopictus* e dissezione di un esemplare nutrito con la sostanza zuccherina marcata con blu di metilene.



Tutti i *feeder* hanno mantenuto le caratteristiche compatibili con l'alimentazione delle zanzare per oltre una settimana, riducendo il volume di soluzione fino al 50%. Si può ipotizzare che tale sistema possa raggiungere i 10 giorni di utilizzabilità.

### Espressione e purificazione in forma ricombinante delle proteine salivari

Le proteine salivari gSG6 e cE5 dal vettore di malaria *Anopheles gambiae* sono state espresse in forma ricombinante in *Escherichia coli* e purificate mediante cromatografia secondo procedure già messe a punto (15, 16).

Un gruppo di proteine salivari di *Aedes albopictus*, precedentemente identificate mediante analisi trascrittomiche come culicine-specifiche, è stato selezionato tenendo conto dell'assente o limitata identità (~ 40%) con ortologhi di zanzare *Culex* e di precedenti indicazioni di immunogenicità reperibili in letteratura (34k1, 34k2, 62k1 e 62k2).

Queste quattro proteine sono state analizzate mediante i seguenti programmi per la predizione di immunogenicità di epitopi lineari:

- BcePred, <http://Ucrdd.osdd.net/raghava/bcepred/>;
- ABCpred, <http://Ucrdd.osdd.net/raghava/abcpred/>;
- BepiPred, <http://Uwww.cbs.dtu.dk/services/BepiPred/>;
- Epitopia, <http://epitopia.tau.ac.il/>.

Sulla base degli output dell'analisi di predizione sono stati selezionati 5 differenti peptidi disegnati sulle proteine salivari 34k1, 34k2 e 62k1 di *Ae. albopictus* e denominati rispettivamente alb34k1\_P1 (21 aa), alb34k2\_P2 (23 aa), alb34k2\_P3 (23 aa), alb62k1\_P4 (22 aa) ed alb62k1\_PS(22 aa). Questi peptidi sono stati sintetizzati chimicamente servendosi di servizi di sintesi esterni.

### Misurazione dei livelli di anticorpi IgG contro proteine e peptidi salivari

Saggi ELISA per la misurazione di anticorpi IgG contro le proteine salivari gSG6 e cE5 sono già stati in precedenza messi a punto come indicato in precedenza. Invece, per verificare l'immunogenicità dei peptidi disegnati sulle proteine salivari di *Aedes albopictus* è stato messo a punto un sistema murino. A questo scopo topi BALB/c sono stati immunizzati mediante esposizione a punture di *Aedes albopictus* oppure di *Aedes aegypti* o di *Anopheles coluzzii*. In breve, gruppi di 4 topi sono stati esposti per 20 minuti a punture di circa 30 femmine adulte delle differenti specie, ogni 2 settimane per 6 settimane (4 esposizioni totali). Piccoli campioni di sangue sono stati prelevati a tempi diversi, e precisamente: 7 giorni prima dell'inizio dell'esposizione (B); una settimana dopo la 2a esposizione (M); una settimana dopo la 4a ed ultima esposizione (T); 1, 2, 3 e 5 mesi dopo l'ultima esposizione (+30, +60, +90, +150). I campioni di sangue raccolti sono stati utilizzati per la preparazione del siero che sarà utile per valutazioni preliminari

dell'immunogenicità di antigeni salivari (peptidi/proteine) e della cinetica di insorgenza e decadimento delle risposte anticorpali (Fig. 4).

### Estrazione degli agenti patogeni

Nell'ambito delle attività del progetto SENSOR è stato sviluppato un metodo per estrarre il genoma virale presente nella saliva secreta dalle zanzare che viene assorbita su appositi supporti impregnati con sostanze attrattive (FTA). Le zanzare, attratte dai substrati zuccherini, rilasciano saliva ed eventuali componenti proteiche di RNA virale presenti in essa che vengono stabilizzate sulla carta da filtro presente nel *feeder*. I campioni resistono a temperatura ambiente e possono essere raccolti, conservati, trasportati ed analizzati senza precauzioni complesse. L'importanza di tale attività deriva dalla velocità di diffusione intrinseca a dette infezioni. Nell'ambito della selezione dei materiali e metodi si valuta il livello soglia per la rilevazione dei patogeni rilasciati su carte filtro mediante la realizzazione di infezioni sperimentali di colonie di *Cx. pipiens* con il virus West Nile (WNV). La

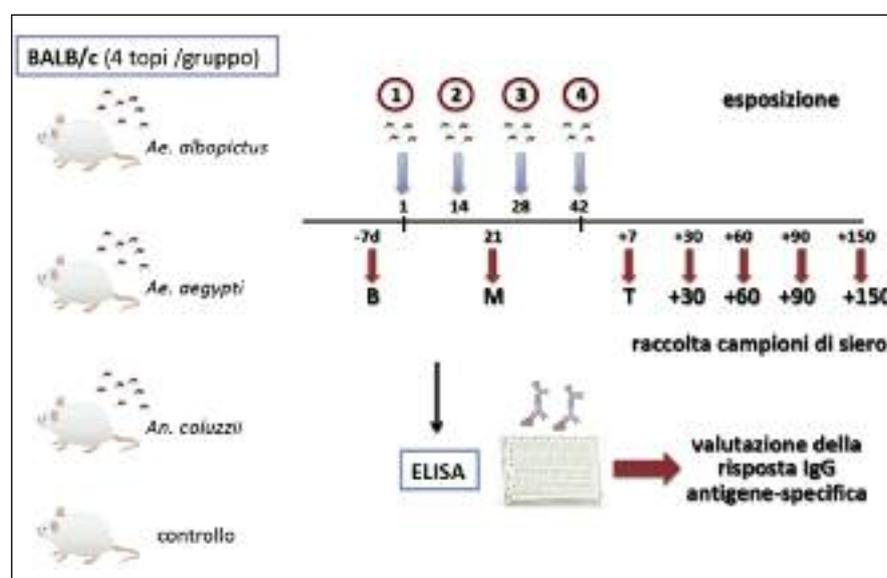


Fig. 4 - Schema concettuale per l'analisi dei campioni di siero per la misurazione dei livelli di anticorpi IgG contro proteine e peptidi salivari.



sceita di tale modello ha assunto una particolare importanza anche alla luce della recente epidemia di WNV che ha visto coinvolti diversi Paesi europei, tra cui l'Italia, causando diverse centinaia di casi di infezione umana, e 35 decessi solo in Italia (17, 18).

#### *Amplificazione del virus West Nile e delle colonie di Culex pipiens*

Per le infezioni sperimentali è stato selezionato un ceppo di WNV, *lineage 1*, isolato dal siero di un paziente raccolto durante l'epidemia che si è verificata in Sardegna nel 2011. Il virus è stato amplificato mediante passaggi in cellule Vero e lo stock virale ottenuto è stato titolato (CT678, titolo:  $2 \times 10^8$  unità formanti placche (PFU)/ml) e conservato a  $-80^\circ\text{C}$  fino al suo utilizzo. Per la realizzazione delle infezioni sperimentali è stata selezionata una colonia di *Cx. pipiens* raccolta in passato a Roma, all'interno del Parco della Caffarella, e attualmente allevata presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS). La colonia di *Cx. pipiens* è mantenuta nell'insettario dell'ISS secondo procedure standard di allevamento (19) in appositi armadi termostatati a temperatura, fotoperiodo e umidità controllati.

#### *Estrazione dell'RNA del virus West Nile da FTA inserite nel sistema di feeding*

Per testare la resa e l'efficienza del sistema di feeding messo a punto, sono state realizzate delle prove di estrazione dell'RNA genomico del WNV, distribuendo diluizioni seriali del virus sulle FTA inserite nel *feeder*. Inoltre, sono state valutate eventuali differenze quantitative nella resa di RNA nel caso di estrazione da FTA messe a contatto con soluzione contenente miele di Manuka o soluzione contenente saccarosio. Ogni diluizione è stata distribuita sui due tipi di cartine e mantenute a temperatura

ambiente per 24h. Il giorno seguente gli RNA estratti sono stati analizzati tramite Real Time PCR utilizzando *primers* e sonda Taqman specifici per il WNV.

#### *Infezione sperimentale delle colonie di Culex pipiens*

L'infezione sperimentale è stata eseguita in un laboratorio di Biosicurezza di livello 3. È stato predisposto un pasto di sangue infetto costituito da 2/3 di sangue di coniglio e 1/3 di WNV, ad una concentrazione finale di  $6.67 \times 10^7$  PFU/ml. Zanzare femmine, di età compresa tra 8 e 12 giorni, sono state alimentate per 60 minuti attraverso un *feeder* di vetro contenente il pasto di sangue infetto e rivestito da una membrana di intestino di maiale (**Fig. 5**).

Dopo il pasto di sangue infetto, le femmine ingorgate sono state selezionate e mantenute in una camera climatizzata e, 14 giorni dopo il pasto di sangue, ossia al picco massimo di titolo virale rilevato nella saliva in studi precedentemente



**Fig. 5** - Infezioni sperimentali. Sistema di Membrane-feeding.

pubblicati (20), le zanzare potenzialmente infette sono state singolarmente trasferite in appositi contenitori provvisti ognuno di un *feeder* contenente idrogel, blu di metilene e miele di Manuka (21), in cui è stata inserita una cartina FTA. Il blu di metilene, mescolato al miele, ha permesso di distinguere le zanzare che avevano effettuato il pasto zuccherino, colorandone l'addome (**Fig. 6**). Dopo 24 ore, le cartine e le singole zanzare sono state prelevate e analizzate.



**Fig. 6** - Femmine ingorgate con evidente colorazione azzurra nell'addome.



## Metodiche per l'identificazione di patogeni

I protocolli per l'identificazione degli agenti patogeni (**Tabella 1**) sono stati adattati ed ottimizzati, là dove necessario, per ottenere il migliore risultato possibile in termini di sensibilità, specificità, riproducibilità e rapidità del test.

### Propagazione dei virus e titolazione con il metodo delle placche

Il ceppo vaccinale del virus della febbre gialla (YFV17D), un ceppo del virus della dengue (DENV) sierotipo 2 ed un ceppo del virus *chikungunya* (CHIKV) sono stati propagati in cellule Vero applicando i

protocolli di riferimento (22-25). In breve, colture di cellule Vero sono state infettate, quindi si è proceduto alla raccolta del surnatante virale dopo aver osservato un effetto citopatico in circa il 90% del tappeto cellulare. Successivamente si è proceduto a quantizzare il carico virale con il metodo delle placche, stimando il titolo secondo la formula di Reed e Munch (1938) (**Fig. 7**).

### Coltivazione batterica

Un ceppo batterico di shigella è stato inoculato in LB broth e lasciato crescere in agitazione per 24 ore a 37°C. Successivamente è stato preparato un glycerol stock per la conservazione del campione batterico a -80°C.

## Metodiche molecolari

### Estrazione e purificazione genoma virale

Tutte le procedure di estrazione e purificazione del RNA virale e del DNA batterico sono state eseguite in un laboratorio di Biosicurezza di livello 3 sotto una cappa biologica Biohazard. Gli acidi nucleici sono stati estratti mediante l'impiego di kit commerciali come (QIAamp Viral RNA Mini Kit, Qiagen) o mediante un sistema automatizzato (Maxweel 16, Maxwell 16 Viral Total Nucleic Acid Purification Kit, Promega).

**Tabella 1: a. YFV Virus della febbre gialla; DENV Virus dengue; PV poliovirus; CHIKV virus chikungunya; H3N2, H1N1, H5N1 virus influenzali; TBEV tick-borne encephalitis virus.**

Agente <sup>a</sup>	Genoma	Target genomico	Livello tassonomico	Test	Riferimento
YFV	RNA	NS1	specie	TaqMan rRT-PCR	Fisher et al. 2107
		NS3			BAE ET AL., 2003
		NS5			Mantel et al., 2005
DENV	RNA	3°NC	specie	TaqMan rRT-PCR	Lepare-Goffart et. Al., 2009
		5°NC	sierotipi		
PV	RNA	5NC	genere	TaqMan rRT-PCR	WHO, 2004
		VPI	specie		
		VPI	sierotipo		
CHIKV	RNA	EI	specie	TaqMan rRT-PCR	Pastorino et al., 2005
H3N2 H1N1 H5N1	RNA	M	tipo	TaqMan rRT-PCR	WHO, 2013
		HA	sottotipo		WHO, 2017
TBEV	RNA	5°NC	specie	TaqMan rRT-PCR	Schwaiger and Cassinotti, 2003
Rickettsia	DNA	23S	specie	TaqMan RT-PCR	Kato et al., 2013
Shigella	DNA	IPAH	specie	TaqMan RT-PCR	Vu et al., 2004
N.meningitidis	DNA	ctrA, sodC	specie	TaqMan RT-PCR	Mothershed et al., 2004
		sacB, synD, synE, synG, xcb8	sierogruppo		
Brucella	DNA	omp31, omp25, wboA, wboB, rpsL, bp26	specie	Multiplex-PCR	Garcia-Yoldi et al., 2006
		ChrI	genere	FRET RT-PCR	in house

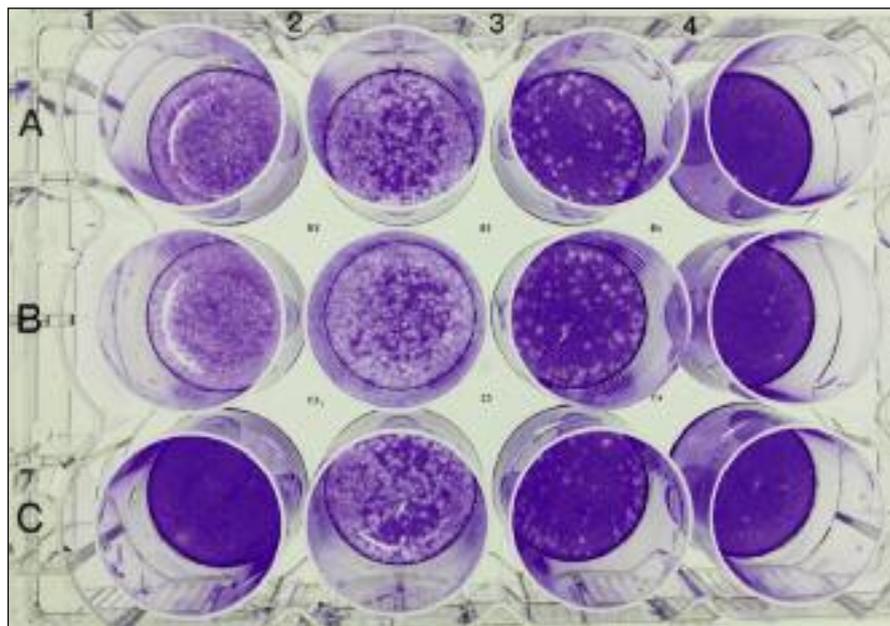


### Real Time PCR

La rilevazione di specifiche sequenze genomiche basate su metodiche quali la PCR e real-time PCR (RT-PCR) sono i test di conferma raccomandati nella ricerca diretta di virus e batteri. Le metodiche selezionate si basano sull'utilizzo della Real Time PCR, che combina l'amplificazione del genoma dell'agente con il rilevamento simultaneo dell'amplificazione mediante delle sonde fluorescenti che individuano l'amplicone secondo il modello di Watson e Crick (26, 27). Attualmente esiste un'ampia gamma di combinazioni di primer e sonde in varie configurazioni ma la nostra scelta è caduta sulle sonde TaqMan (a doppia marcatura) (28). Per alcuni agenti sono state adottate anche altre metodiche molecolari come la multiplex PCR (**Tab. 1**). La messa a punto dei protocolli è stata preceduta da uno studio di validazione delle sequenze geniche scelte come target genetici specifici mediante la consultazione delle sequenze depositate presso i principali database (GenBank o EMBL) e l'analisi degli allineamenti multipli genomici tramite Clustal-X ed altri programmi di bioinformatica come Blast (NCBI) o Bionumerics (AppliedMaths).

### Discussione

Le prove di estrazione dalle cartine FTA hanno evidenziato la possibilità di rilevare la presenza del genoma del WNV nelle diverse diluizioni virali preparate. I risultati della PCR Real Time hanno comunque mostrato una bassa resa del sistema in termini di PFU rilevabili. I test effettuati hanno inoltre dimostrato che l'uso di miele di Manuka o di saccarosio non influisce, in modo significativo, sulla resa del sistema



**Fig. 7** - Titolazione del virus dengue sierotipo 2 con il metodo delle placche. Nell'immagine sono riportati i risultati ottenuti con 4 diluizioni, a partire da sinistra, che vanno da  $10^{-2}$  a  $10^{-5}$  di uno stock di partenza. Ogni placca ha avuto origine da una singola particella virale quindi il numero delle placche prodotte equivale al numero di virioni infettanti o di unità formanti placca (PFU). Il carico virale viene quantizzato stimando il titolo secondo la formula di Reed e Munch (1938).

Le prime infezioni sperimentali realizzate in laboratorio hanno fornito i seguenti risultati preliminari: in media, il 31% degli individui collocati in singoli barattoli, dopo 14 giorni dal pasto di sangue infetto, si è alimentato mediante le cartine FTA sistemate al loro interno. Le zanzare con l'addome colorato sono state analizzate ed il titolo virale medio rilevato nel loro corpo è stato di  $3 \times 10^2$  PFU/ml (**Fig. 8**).

L'analisi delle cartine FTA prelevate dai barattoli contenenti zanzare con addome blu, quindi con pasto effettuato, non ha evidenziato la presenza di RNA virale.

I risultati dell'esperimento eseguito hanno mostrato, nella fase di esposizione delle zanzare al feeder contenente la cartina FTA, un'elevata mortalità degli insetti (69%). Questo non ha permesso di

analizzare un numero sufficiente di campioni di zanzare, e quindi di cartine, tale da consentire una preliminare valutazione dell'efficacia del sistema di rilevazione tramite FTA.

I test molecolari eseguiti in laboratorio hanno confermato la validità delle metodiche selezionate sia in termini di sensibilità (fg) che di specificità (**Fig. 9**).

Per ogni agente sono state messe a punto metodiche di rilevamento basate su differenti regioni del genoma, allo scopo di: a) disporre di metodiche d'identificazione dell'agente patogeno che possano permettere il riconoscimento a diversi livelli tassonomici (genere, specie, sierotipi); b) rilevare tutte le possibili varianti di uno specifico agente; c) disporre di test di conferma di even-



**Tab. 2 - PFU (unità formanti placche) rilevate tramite PCR real time eseguita sulle FTA infettate con virus West Nile.**

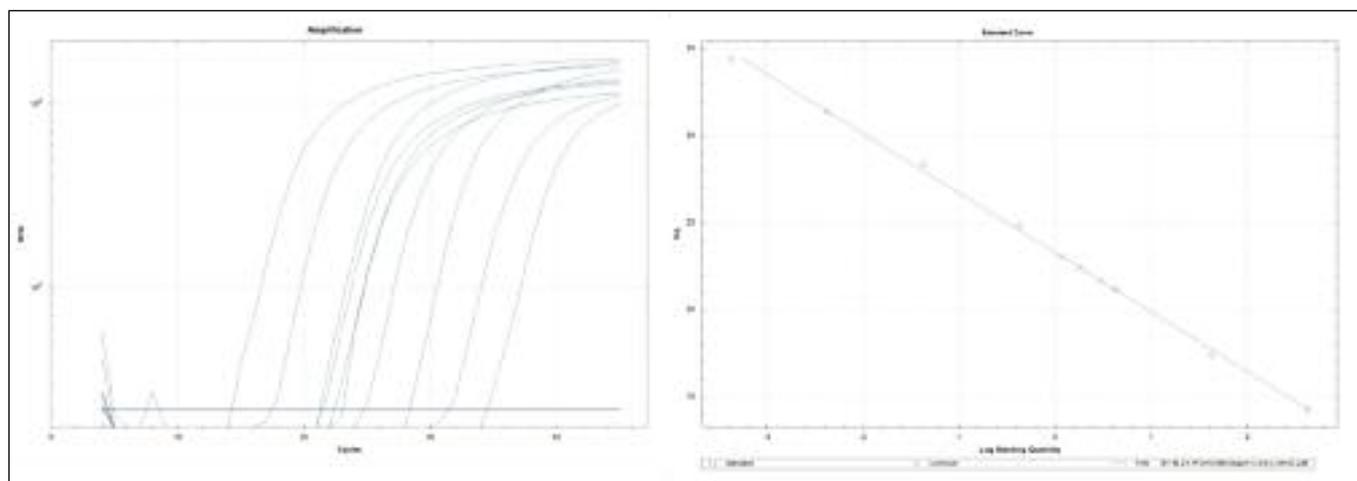
	PFU distribuite su FTA	PFU rilevate in PCR real time dopo estrazione
Idrogel + blu di metilene + miele di Manuka	100	0.005
	50	0.008
	20	0.004
	10	0.002
Idrogel + blu di metilene + saccarosio	100	0.006
	50	0.002
	20	0.004
	10	0.001

tuali positività (Tabella 1). Inoltre, si è proceduto a coltivare ceppi virali e batterici con lo scopo di disporre di un sistema di riferimento per l'identificazione diretta da campione clinico, per la titolazione anticorpale mediante saggio delle placche da un ipotetico campione clinico ed infine per disporre di materiale biologico necessario per allestire i controlli positivi dei test molecolari.

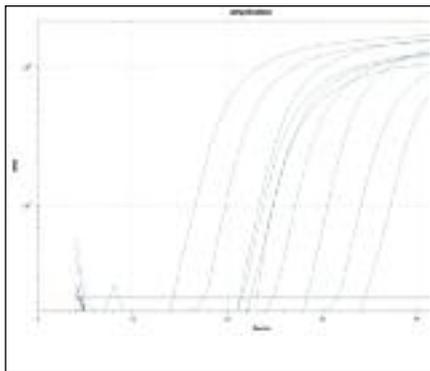
### Conclusioni

La caratterizzazione dei sistemi insetto vettore/agente patogeno dell'ambiente in cui opera il personale militare è un'attività emergente. La complessità dell'attività è dovuta alla multidimensionalità degli ambiti oggetto di studio mentre, l'importanza, intrinseca alla tutela della salute del personale militare impie-

gato nelle aree di operazione, è valorizzata dalla possibilità che i sistemi qui descritti o loro componenti, insetto vettore o agente patogeno, possano essere importati tenendo conto del sempre crescente flusso da/per le aree di operazione. Ne consegue che la caratterizzazione dei sistemi insetto vettore/agente patogeno nelle aree extraterritoriali ove operano le Forze Armate assume un'importanza rilevante anche in termini di sanità pubblica. Il progetto di ricerca SENSOR ha permesso lo sviluppo di materiali e metodi che permettono di esprimere una caratterizzazione entomologica (tipologia e densità di insetti vettori), virologica (caratterizzazione dei sistemi) e immunologica (prevalenza nella popolazione locale ed incidenza nel personale militare temporaneamente impiegato nelle aree di operazione). Questi nuovi elementi di informazione forniranno nuovi strumenti utili alla redazione di sempre più precise valutazioni di rischio a tutela del personale militare e della salute pubblica.



**Fig. 8 - Curve di amplificazione dei campioni di RNA estratto dalle Culex pipiens 14 giorni dopo il pasto di sangue infetto.**



**Fig. 9** - Diagramma rappresentativo del test di amplificazione mediante rRT-PCR della regione NS3 del virus dengue sierotipo 2. Un campione di partenza è stato diluito serialmente 1/10 a partire da una concentrazione di 3 ng/ul.

## Riconoscimenti

L'opera ha l'intento di divulgare le attività svolte a tutela del personale militare coinvolto nelle operazioni. I contenuti descritti sono una selezione delle attività svolte nell'ambito del progetto di ricerca SENSOR afferente al Piano Nazionale di Ricerca Militare. Si ringrazia pertanto l'attività svolta presso l'Istituto Superiore di Sanità il Dr. Marco Di Luca ed il Dr. Francesco Severini, presso l'Università La Sapienza il Dr. Angelo Giacomi e presso il Dipartimento Scientifico del Policlinico Militare, il Dr. Ignazio Celestino, la D.ssa Gabriella Loghi e la D.ssa Donatella Amatore. Il responsabile Scientifico, Magg. Spagnolo.

## Bibliografia

1. **Ribeiro JMC, Arcà B:** *From Sialomes to the Sialoverse: An Insight into Salivary Potion of Blood-Feeding Insects.* Adv In Insect Phys 2009, 37:59-118.
2. **Rizzo C, Ronca R, Fiorentino G, Verra F, Mangano V, Poinsignon A, Sirima SB, Nèbiè I, Lombardo F, Remoue F, Coluzzi M, Petrarca V, Modiano D, Arcà B:** *Humoral response to the Anopheles gambiae salivary protein gSG6: a*

*serological indicator of exposure to Afrotropical malaria vectors.* PLoS One 2011, 6:e17980.

3. **Rizzo C, Ronca R, Fiorentino G, Mangano VD, Sirima SB, Nèbiè I, Petrarca V, Modiano D, Arcà B:** *Wide cross-reactivity between Anopheles gambiae and Anopheles funestus SG6 salivary proteins supports exploitation of gSG6 as a marker of human exposure to major malaria vectors in tropical Africa.* Malar J 2011, 10:206.
4. **Stone W, Bousema T, Jones S, Gesase S, Hashim R, Gosling R, Carneiro I, Chandramohan D, Theander T, Ronca R, Modiano D, Arcà B, Drakeley C:** *IgG responses to Anopheles gambiae salivary antigen gSG6 detect variation in exposure to malaria vectors and disease risk.* PLoS One 2012, 7:e40170.
5. **Rizzo C, Lombardo F, Ronca R, Mangano V, Sirima SB, Nèbiè I, Fiorentino G, Modiano D, Arcà B:** *Differential antibody response to the Anopheles gambiae gSG6 and cE5 salivary proteins in individuals naturally exposed to bites of malaria vectors.* Parasit Vectors 2014, 7:549.
6. **Ribeiro JMC, Arcà B, Lombardo F, Calvo E, Phan VM, Chandra PK, Wikel SK:** *An annotated catalogue of salivary gland transcripts in the adult female mosquito, Aedes aegypti.* BMC Genomics 2007, 8:6.
7. **Arcà B, Lombardo F, Francischetti IMB, Pham VM, Mestres-Simon M, Andersen JF, Ribeiro JMC:** *An insight into the sialome of the adult female mosquito Aedes albopictus.* Insect Biochem Mol Biol 2007, 37:107-27.
8. **Ribeiro JM, Mans BJ, Arcà B. (2010)** *An insight into the sialome of blood-feeding Nematocera.* Insect Biochem Mol Biol 40: 767-784.
9. **Elanga Ndille E, Doucoure S, Damien G, Mouchet F, Drame PM, Cornelie S, Noukpo H, Yamadjako S, Djenontin A, Moiroux N, Misse D, Akogbeto M, Corbel V, Henry M-C, Chandre F, Baldet T, Remoue F:** *First attempt to validate human IgG antibody response to Nterm-*

*34kDa salivary peptide as biomarker for evaluating exposure to Aedes aegypti bites.* PLoS Negl Trop Dis 2012, 6:e1905.

10. **Elanga Ndille E, Doucoure S, Poinsignon A, Mouchet F, Cornelie S, D'Ortenzio E, DeHecq JS, Remoue F:** *Human IgG Antibody Response to Aedes Nterm-34kDa Salivary Peptide, an Epidemiological Tool to Assess Vector Control in Chikungunya and Dengue Transmission Area.* PLoS Negl Trop Dis 2016, 10:e0005109.
11. **Hall-Mendelin S, Ritchie S a, Johansen C a, Zborowski P, Cortis G, Dandridge S, Hall R a, van den Hurk AF:** *Exploiting mosquito sugar feeding to detect mosquito-borne pathogens.* Proc Natl Acad Sci U S A 2010, 107:11255-11259.
12. **Rizzo C, Ronca R, Fiorentino G, Verra F, Mangano V, Poinsignon A, Sirima SB, Nèbiè I, Lombardo F, Remoue F, Coluzzi M, Petrarca V, Modiano D, Arcà B:** *Humoral response to the Anopheles gambiae salivary protein gSG6: a serological indicator of exposure to Afrotropical malaria vectors.* PLoS One 2011, 6:e17980.
13. **Rizzo C, Ronca R, Fiorentino G, Mangano VD, Sirima SB, Nèbiè I, Petrarca V, Modiano D, Arcà B:** *Wide cross-reactivity between Anopheles gambiae and Anopheles funestus SG6 salivary proteins supports exploitation of gSG6 as a marker of human exposure to major malaria vectors in tropical Africa.* Malar J 2011, 10:206.
14. **Pombi M, Guelbeogo WM, Kreppel K, Calzetta M, Traoré A, Sanou A, Ranson H, Ferguson HM, Sagnon N, della Torre A:** *The Sticky Resting Box, a new tool for studying resting behaviour of Afrotropical malaria vectors.* Parasit Vectors 2014, 7:247.
15. **Rizzo C, Ronca R, Fiorentino G, Verra F, Mangano V, Poinsignon A, Sirima SB, Nèbiè I, Lombardo F, Remoue F, Coluzzi M, Petrarca V, Modiano D, Arcà B:** *Humoral response to the Anopheles gambiae salivary protein gSG6: a serological indicator of exposure to Afrotropical malaria vectors.* PLoS One 2011, 6:e17980.



16. Ronca R, Kotsyfakis M, Lombardo F, Rizzo C, Currà C, Ponzi M, Fiorentino G, Ribeiro JMC, Arcà B. *The Anopheles gambiae cES, a tight- and fast-binding thrombin inhibitor with post-transcriptionally regulated salivary-restricted expression*. Insect Biochem Mol Biol 42 (9) (2012): 610-620.
17. Riccardo F, Monaco F, Bella A, Savini G, Russo F, Cagarelli R, Dottori M, Rizzo C, Venturi G, Di Luca M, Pupella S, Lombardini L, Pezzotti P, Parodi P, Maraglino F, Costa AN, Liumbruno GM, Rezza G, The Working Group. *An early start of West Nile virus seasonal transmission: the added value of One Health surveillance in detecting early circulation and triggering timely response in Italy, June to July 2018*. Euro Surveill. 2018 Aug;23(32). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.32.1800427.
18. ECDC Epidemiological update: West Nile virus transmission season in Europe, 2017 <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nile-virus-transmission-season-europe-2017>.
19. Kauffman E, Payne A, Franke MA, Schmid MA, Harris E, Kramer LD. *Rearing of Culex spp. and Aedes spp. Mosquitoes*. Bio Protoc. 2017 Sep 5;7(17). pii: e2542. doi: 10.21769/BioProtoc.2542.
20. Fortuna C, Remoli ME, Di Luca M, Severini F, Toma L, Benedetti E, Bucci P, Montarsi F, Minelli G, Boccolini D, Romi R, Ciufolini MG. *Experimental studies on comparison of the vector competence of four Italian Culex pipiens populations for West Nile virus*. Parasit Vectors 2015, 8:463.
21. Hall-Mendelin S, Ritchie S a, Johansen C a, Zborowski P, Cortis G, Dandridge S, Hall R a, van den Hurk AF: *Exploiting mosquito sugar feeding to detect mosquito-borne pathogens*. Proc Natl Acad Sci U S A 2010, 107:11255–11259.
22. Deubel, V., Huerre, M., Cathomas, G., Drouet, M.T., Wuscher, N., Le Guenno, B., Widmer, A.F., 1997. *Molecular detection and characterization of yellow fever virus in blood and liver specimens of a non-vaccinated fatal human case*. Journal of Medical Virology 53, 212-217.
23. De Brito, T., Siqueira, S.A., Santos, R.T., Nassar, E.S., Coimbra, T.L., Alves, V.A., 1992. *Human fatal yellow fever. Immunohisto-chemical detection of viral antigens in the liver, kidney and heart*. Pathology Research and Practice 188, 177-181.
24. WHO. *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. New edition*. Geneva: World Health Organization; 2009. <http://www.who.int/tdr/publications/documents/dengue-diagnosis.pdf>.
25. NVBDCP-National Vector Borne Disease Control Programme. *Chikungunya fever—national guidelines*. [nvbdcp.gov.in/Doc/National-Guidelines-Clinical-Management-Chikungunya-2016.pdf](http://nvbdcp.gov.in/Doc/National-Guidelines-Clinical-Management-Chikungunya-2016.pdf).
26. Heid CA, Stevens J, Livak KJ, Williams PM. *Real-time quantitative PCR*. Genome Res. 1996; 6(10): 986–994.
27. Livak K, Flood S, Marmaro J, Giusti W, Deetz K. *Oligonucleotides with fluorescent dyes at opposite ends provide a quenched probe system useful for detecting PCR product and nucleic acid hybridization*. PCR Methods Appl. 1995; 4: 357–362.
28. Holland P, Abramson R, Watson R, Gelfand D. *Detection of specific polymerase chain reaction product by utilizing the 5 to 3 exonuclease activity of Thermus aquaticus DNA polymerase*. Proc Natl Acad Sci. 1991; 88: 7276–7280.

---

### Disclosures:

Gli Autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

Articolo ricevuto il 21.03.2019; rivisto il 14.06.2019; accettato il 25.06.2019.

---



## ORIGINAL STUDY



# Development of materials and methods for the realization of an Integrated System for the surveillance of vector-borne pathogens (SENSOR)

Marco Pombi \* Claudia Fortuna \*\* Riccardo De Santis ° Giovanni Faggioni °° Bruno Arcà \*  
Giovanni Rezza \*\* Florigio Lista # Ferdinando Spagnolo ##

**Summary** - For the force health protection of military personnel, it is essential to identify, with the greatest degree of detail possible, the threats to which military personnel may be exposed. For this purpose, SENSOR project of research has been included in the National Military Research Plan, whose objective is the development of innovative materials and methods for the characterization of various insect vector/pathogen agent systems according to the entomological, microbiological and biotechnological profiles. Among the innovations introduced, taking into account the intrinsic conditions of the remote areas where it will be deployed, SENSOR stands out for the simplification of field activities to allow non-specialists to set up the system, collect samples and safely send them to the reference laboratories for details at the genomic level for the certain identification of the pathogen of interest and determination of the degree of infectivity. The materials and methods developed, here discussed, will allow the planning and implementation of all prevention and containment measures (hygiene, prophylaxis, isolation) necessary for the health security of the personnel overseas as well as the adoption of pharmacological therapies.

**Keywords:** entomology, insect vector / pathogen system, prevention, protection, environmental characterization.

### Key messages:

- The incidence of vector-transmitted diseases is increasing.
- The characterization of the insect vector / pathogen systems is necessary for public health purposes.
- The materials and methods developed within SENSOR project allow detailed planning of the most appropriate prevention and protection counter measures.

## Introduction

Force health protection of military personnel employed overseas begins with the characterization of the dangers to which this could be exposed. Vector transmitted diseases

are one of the main dangers due to the complexity of the host-vector-pathogen system. Investing in human and material resources to implement prevention and protection measures makes sense only where the risk is not negligible, such as in areas endemic for

malaria, or other vector-borne diseases (eg. tick-borne encephalitis, dengue fever, chikungunya fever, Zika and West Nile). The risk of contracting infectious or parasitic diseases following the bite of bloodsucking insects is related to variables:

\* PhD Sapienza University of Rome "la Sapienza" · Department of Public Health and Infectious Diseases - Rome.

\*\* PhD Istituto Superiore di Sanità "ISS" · Department of Infectious, Parasitic and Immune-mediated Diseases - Rome.

° PhD Scientific Department Military Hospital -Rome.

°° PhD Scientific Department Military Hospital -Rome.

• PhD Sapienza University of Rome "la Sapienza" · Department of Public Health and Infectious Diseases - Rome

•• Department Director Istituto Superiore di Sanità "ISS" Infectious Diseases Department - Rome

# PhD Col. Head of the Scientific Department Military Hospital - Rome.

##PhD. Maj. Health Policy Section - General Inspectorate of Military Health - Rome.

**Corresponding author:** Maj. Ferdinando SPAGNOLO c/o IGESAN, I Reparto, Ufficio Politca Sanitaria Generale, Via Santo Stefano Rotondo 4, 00184 ROMA, sotrin 1059041, ferdinando.spagnolo@esercito.difesa.it



- environmental: climate, suitable habitat for reproduction / development of larvae and parasites;
- guest: presence, density, distribution of animal or human reservoirs;
- pathogenetics: species affinity for human and / or animal reservoirs, affinity for vector species;
- presence and density of vector insect species and their resting (eso / endophilic) habits, search for the host (eso / endophagous), host preference and flight range, prevalence of infection.

*The conditio sine qua non* of the transmission of these pathologies is the presence of insect vectors suitable to allow the maintenance of pathogens in the environment and the transfer to susceptible guests. The presence of a specific insect vector of a pathogen in an area indicates an actual risk of transmission (eg. malaria, arbovirosis, etc.) and can be evaluated by periodic trapping. The trap precision and sensitivity limits depend on the contexts of use that influence catching performance. For this reason, the Integrated System for the surveillance of pathogens transmitted by vectors includes the implementation of traps with peculiar features. The infection and parasitic vector transmissible diseases risk assessment is usually conducted through prevalence and distribution studies. Consequently, the biological risk assessment for vector-borne diseases rely to at least 2 indicators:

- density of vectors suitable for transmission on vertebrates / humans;
- frequency and distribution of pathogens in the monitored vector population.

Moreover, blood-feeding arthropods, to feed effectively, inject into their hosts a salivary cocktail that has antigenic

properties and stimulates an antibody response in the host (1). This antibody response can be used as an indicator of exposure to arthropod vectors, as shown by the development of suitable immunological assays based on salivary antigens of the malaria vector *Anopheles gambiae* (2-5). The identification of culicid-specific salivary proteins (6-8) and preliminary indications (9, 10) show that the possibility of developing equally reliable assays also for arbovirus vectors such as *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* is extremely realistic. As a result, serological measures to assess human exposure to anofeline or culicine respectively can be useful additional tools for risk assessment. The operational strategy of SENSOR is twofold:

1. trap development / optimization equipped with an artificial feeding system in which to collect the nucleic acids of pathogens possibly present in the saliva of captured insects (11). Pathogens are detected with molecular methods (11);
2. measurement of the IgG response to mosquito salivary antigens, a method that in addition to providing direct indications of the potential human-vector contact is also useful in assessing the level of resolution of the developed trap prototypes.

The measurement of IgG antibodies against the salivary proteins gSG6 and cE5 of *Anopheles gambiae* in the serum of exposed personnel allows us to estimate the degree of exposure to three main afro-tropical vectors: *An. gambiae*, *An. arabiensis* and *An. Funestus* (12, 13).

The diseases transmitted by vector insects play a role of primary importance among the health risks. In 2017, vector-borne diseases have reached 17% of the estimated global load of all infectious diseases and the phenomenon is increa-

singly expanding. Over the past 50 years there has been an increase in the number of dengue cases by about 30 times and currently yellow fever is endemic in 47 countries in Africa and Central and South America. Among the health risks to which those operating in the Area Of Operations, those related to pathogens that can be used as potential biological weapons must also be considered. On the basis of these assumptions, SENSOR focuses on a selection of viruses and bacteria transmitted by vectors: yellow fever (YFV), chikungunya (CHIKV), dengue (DENV), tick encephalitis (TBEV), Rickettsia spp., high-risk pathogens (influenza, polio virus, *Neisseria meningitidis*, *Shigella sonney*) or potential biological warfare agents (*Brucella spp.*). In SENSOR were therefore studied: 8 viral agents (YFV, DENV, PV, CHIKV, H3N2 influenza, H1N1, H5N1 and TBEV), 4 of which were transmitted by vectors (arbovirus), and 4 bacterial agents (*Rickettsia spp.*, *Shigella spp.*, *N. meningitidis* and *Brucella spp.*).

## Materials and methods

### *Insect trapping*

The development of materials and methods is initiated by the development of prototype traps designed to effectively host a feeding system while respecting the main basic characteristics:

- Transportability;
- Robustness;
- Autonomy;
- Ease of assembly;
- Possibility of modification;
- Economicity;
- Effectiveness.

The traps selected as the best candidates are the BG-Sentinel and the Sticky Resting Box (SRB) (14), as they are proven to be effective in catching



mosquitoes belonging to different genera, both during host-seeking (BG-Sentinel) and resting (SRB) (**Figure 1**).

These trapping tools will be used for characterisation activities in different ecological contexts at the peak stages of population dynamics of species of interest.

The feeding system for collecting pathogens contained in the saliva of vector insects – mosquitoes in particular – has been developed as follows. A 10% petri dish (6cm diameter) containing a mixture of hydroxy-hydrogel and hydrogel at 10% was covered with filter and parafilm paper (**Figure 2**).

This system has been tested on *Aedes albopictus* mosquitoes in insect condition by adding a few drops of methylene blue to the solution. Methylene blue allows you to identify individuals fed with the feeder (**Figure 3**).

Honey and hydrogel (hydroxy-ethyl-cellulose) mixture allows the release of gradual nourishment over time ensuring sufficient moisture to the solution for a time of more than 2 days. Tests showed an average mosquito feeding rate on the feeder of more than 50% and sufficient moisture maintenance. All feeders have maintained mosquito-friendly features for over a week, reducing the solution volume by up to 50%. It can be assumed that this system could reach 10 days of usability.

#### **Recombinant expression and purification of salivary proteins.**

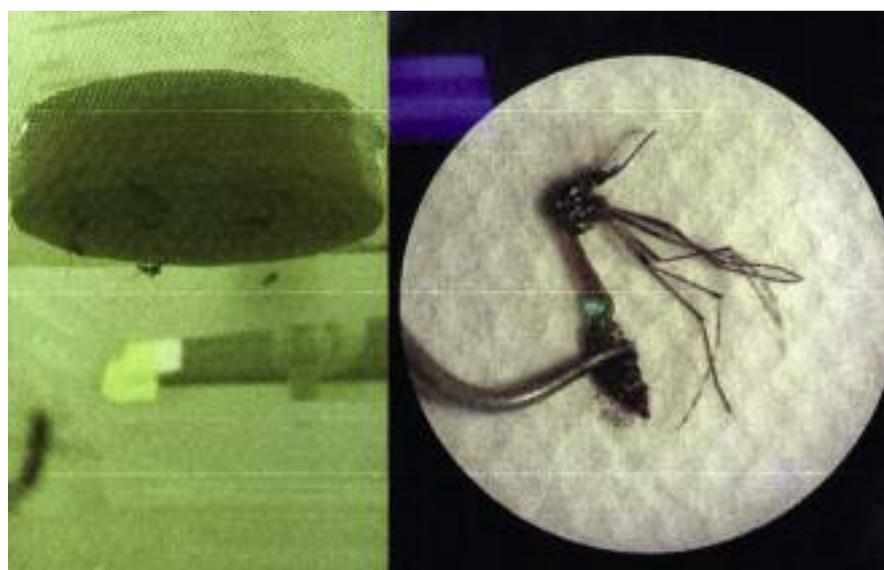
The saliva proteins gSG6 and cE5 from the malaria vector *Anopheles gambiae* were expressed in recombinant form in *Escherichia coli* and purified by chromatography according to procedures already developed (15, 16). A group of *Aedes albopictus* salivary proteins, previously identified by tran-



**Fig. 1:** a) BG-Sentinel trap, triggered with BG-lure (not visible) and CO<sub>2</sub> obtained through yeast fermentation (container on the right); b) Sticky Resting Box closed, triggered with a source of moisture (not visible) and ready to be used in the field and c) Sticky Resting Box open, where you notice the internal adhesive surfaces that act as capture systems.



**Figure 2** - Feeding system based on a mixture of hydroxy-ethyl-cellulose, honey and methylene blue.



**Figure 3** - Feeding activity of *Aedes albopictus* mosquitoes and dissection of a specimen fed with the sugary substance marked with methylene blue.



scriptomic analyses as culicine-specific, was selected taking into account the absent or limited identity (40%) with *Culex* mosquito orthologues and previous immunogenicity indications found in the literature (34k1, 34k2, 62k1 and 62k2). These four proteins were analysed using the following linear epitope immunogenicity prediction programs:

- BcePred, <http://Ucrdd.osdd.net/raghava/bcepred/>;
- ABCpred, <http://Ucrdd.osdd.net/raghava/abcpred/>;
- BepiPred, <http://www.cbs.dtu.dk/services/BepiPred/>;
- Epitopia, <http://epitopia.tau.ac.il/>.

Based on the outputs from the prediction analysis, 5 different peptides drawn on *Ae. albopictus* 34k1, 34k2 and 62k1 salivary proteins were selected and named alb34k1\_P1 (21 aa), alb34k2\_P2 (23 aa), alb34k2\_P3 (23 aa), alb62k1\_P4 (22 aa), and alb62k1\_P5 (22 aa) respectively. These peptides were chemically synthesized using external services.

#### Measuring levels of IgG antibodies against salivary proteins and peptides.

ELISA essays for measuring IgG antibodies against salivary proteins gSG6 and cE5 have previously been developed as mentioned above. Instead, a mouse system was developed to test the immunogenicity of peptides drawn on *Aedes albopictus* saliva proteins. For this purpose BALB/c mice were immunised by exposure to stings of *Aedes albopictus* or *Aedes aegypti* or *Anopheles coluzzii*. Groups of 4 mice were exposed for 20 minutes to stings of about 30 adult females of different species, every 2 weeks for 6 weeks (4 total exposures). Small blood samples were taken at different times, namely: 7 days before the onset of exposure (B); one week after the

2nd exhibition (M); a week after the 4th and final exhibition (T); 1, 2, 3, and 5 months after the last exposure (+30, +60, +90, +150). The blood samples collected were used for serum preparation which will be useful for preliminary immunogenicity assessments for salivary antigens (peptides/proteins) and the kinetics of onset and decay of antibody responses (Figure 4).

#### Pathogen extraction

As part of the SENSOR project, a method was developed to extract the viral genome present in mosquito-secret saliva that is absorbed on special supports impregnated with attractive substances (FTAs). Mosquitoes attracted by sugary substrates release saliva and any protein components of viral RNA present in it that are stabilized on the filter paper in the feeder. Samples resist at room temperature and can be collected, stored, transported and analysed without complex precautions. The importance of this activity stems from the rate of dissemination inherent in these infections. In the context of the

selection of materials and methods, the threshold level for the detection of pathogens released on filter cards is assessed by the realization of experimental infections of *Cx. pipiens* colonies with the West Nile virus (WNV). The choice of this model has also taken on particular importance in light of the recent WNV epidemic involving several European countries, including Italy, causing several hundred cases of human infection, and 35 deaths in Italy alone (17, 18).

#### Amplification of the West Nile virus and the Colonies of *Culex pipiens*

For experimental infections, a strain of WNV, lineage 1, isolated from a patient's serum collected during the outbreak that occurred in Sardinia in 2011, was selected. The virus was amplified by passages in Vero cells and the viral stock obtained was titled (CT678, title: 2x10<sup>8</sup> plates forming plaques (PFU)/ml) and stored at -80 °C until its use. For the realization of experimental infections, a colony of *Cx. pipiens* was selected in Rome, within the Caffarella

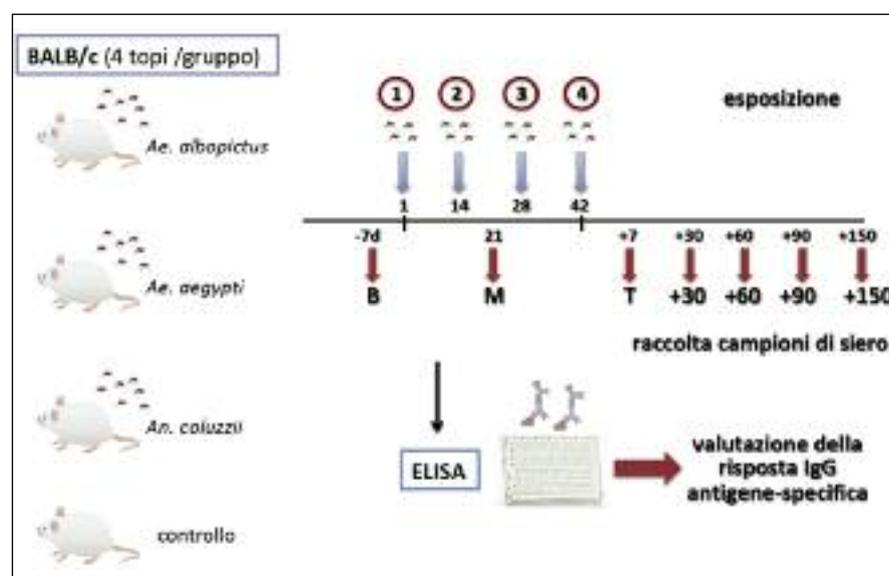


Figure 4 - Conceptual diagram for analyzing serum samples to measure IgG antibodies levels against saliva proteins and peptides.



Park, and currently bred at the Higher Institute of Health (ISS). The colony of *Cx. pipiens* is maintained in the ISS insectarian under standard breeding procedures (19) in special heatproof cabinets at controlled temperature, photoperiod and humidity.

#### *West Nile virus RNA extraction from FTA inserted into feeding system*

To test the yield and efficiency of the advanced feeding system, WNV genomic RNA extraction tests were carried out, distributing serial dilutions of the virus on FTAs inserted into the feeder. In addition, any quantitative differences in RNA yield in the case of FTA extraction put in contact with solution containing Manuka honey or sucrose-containing solution were assessed. Each dilution was distributed on the two types of maps and kept at room temperature for 24 hours. The following day the extracted RNAs were analysed via Real Time PCR using WNV-specific primers and Taqman probes.

#### *Experimental infection of the Colonies of Culex pipiens*

The experimental infection was performed in a level 3 biosecurity laboratory. A meal of infected blood consisting of 2/3 of rabbit blood and 1/3 of WNV was prepared, at a final concentration of  $6.67 \times 10^7$  PFU/ml. Female mosquitoes, aged 8 to 12 days, were fed for 60 minutes through a glass feeder containing the meal of infected blood and coated with a membrane of pig's intestine (**Figure 5**).

After the infected blood meal, feeded females were selected and kept in an air-conditioned chamber and, 14 days after the blood meal at the viral headline peak of detected in saliva in previously published studies (20),

potentially infected mosquitoes were individually transferred to special containers each stocked with a feeder containing hydrogel, methylene blue and Manuka honey (21), in which an FTA map was inserted. The blue of methylene - honey mixture, allowed to distinguish the mosquitoes through the colour of the abdomen (**Figure 6**). After 24 hours, the papers and individual mosquitoes were taken and analyzed.

#### **Methods for identifying pathogens**

Protocols for identifying pathogens (**Table 1**) have been adapted and optimized, where necessary, to achieve the best possible result in terms of sensitivity, specificity, reproducibility and speed of testing.

#### *Virus propagation and titration with the plaque method*

Yellow fever virus vaccine strain (YFV17D), a strain of the serotype 2



**Figure 5** - Experimental infections. Membrane-feeding system.

dengue virus (DENV) and a strain of the chikungunya virus (CHIKV) have been propagated into Vero cells by applying reference protocols (22-25). Vero cell cultures were infected, so the viral supernatant was harvested after observing a cytopathic effect in about 90% of the cell carpet. Subsequently, the viral load was quantized using the plates method, estimating the title according to the Reed and Munch formula (**Figure 7**).

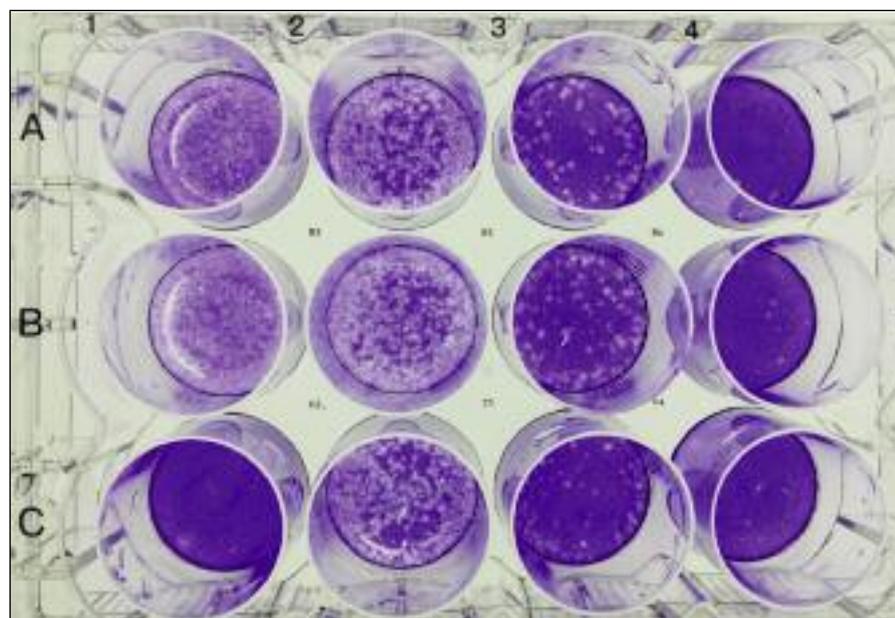


**Figure 6** - Trafficked females with noticeable blue coloration in the abdomen.



**Table 1: a. YFV Yellow Fever Virus; DENV Dengue Virus; PV poliovirus; CHIKV chikungunya virus; H3N2, H1N1, H5N1 influenza viruses; TBEV tick-borne encephalitis virus.**

Agent <sup>a</sup>	Genome	Genomic Target	Taxonomic level	Test	Reference
YFV	RNA	NS1	species	TaqMan rRT-PR	Fisher et al. 2107
		NS3			BAE ET AL., 2003
		NS5			Mantel et al., 2005
DENV	RNA	3°NC	species	TaqMan rRT-PCR	Lepare-Goffart et. Al., 2009
		5°NC	serotype		
PV	RNA	5NC	genus	TaqMan rRT-PCR	WHO, 2004
		VPI	species		
		VPI	serotype		
CHIKV	RNA	E1	species	TaqMan rRT-PCR	Pastorino et al., 2005
H3N2 H1N1 H5N1	RNA	M	type	TaqMan rRT-PCR	WHO, 2013
		HA	subtype		WHO, 2017
TBEV	RNA	5°NC	species	TaqMan rRT-PCR	Schwaiger and Cassinotti, 2003
Rickettsia	DNA	23S	species	TaqMan RT-PCR	Kato et al., 2013
Shigella	DNA	IPAH	species	TaqMan RT-PCR	Vu et al., 2004
N.meningitidis	DNA	ctrA, sodC	species	TaqMan RT-PCR	Mothershed et al., 2004
		sacB, synD, synE, synG, xcb8	serogroup		
Brucella	DNA	omp31, omp25, wboA, wboB, rpsL, bp26	species	Multiplex-PCR	Garcia-Yoldi et al., 2006
		ChrI	genus	FRET RT-PCR	in house



**Figure 7** - Titration of the dengue serotype 2 virus with the plaque method. The image shows the results obtained with 4 dilutions, starting from the left, ranging from 10<sup>-2</sup> to 10<sup>-5</sup> of a starting stock. Each plaque originated from a single viral particle so the number of plaques produced is equivalent to the number of infecting virions or plaque forming units (PFUs). The viral load is quantified by estimating the title according to the Formula of Reed and Munch (1938).

#### Bacterial cultivation

A bacterial strain of *shigella* was inoculated in LB broth and left to grow in agitation for 24 hours at 37°C. Subsequently, a glycerol stock was prepared for the preservation of the bacterial sample at -80°C.

#### Molecular methods

##### Viral genome extraction and purification

All procedures for extracting and purifying viral RNA and bacterial DNA were performed in a Level 3 Biosecurity laboratory under a Biohazard biological hood. Nucleic acids were extracted using commercial kits such as (QIAamp Viral RNA Mini Kit, Qiagen) or an automated system (Maxweel 16, Maxwell 16 Viral Total Nucleic Acid Purification Kit, Promega).



### Real Time PCR

Specific methodical-based genomic sequences detection, such as PCR and real-time PCR (RT-PCR), are the recommended confirmation tests in direct research of viruses and bacteria. The selected methods are based on the use of real time PCR, which combines amplification of the agent genome with simultaneous detection of amplification using fluorescent probes that detect the amplicon according to Watson-Crick's model (26, 27). There is currently a wide range of primer and probe combinations in various configurations but our choice has fallen on the TaqMan (double-marked) probes (28). Other molecular methods such as the PCR multiplex (**Table 1**) have also been adopted for some agents. The development of the protocols was preceded by a validation study of the gene sequences chosen as specific genetic targets by consulting the sequences deposited at the main databases (GenBank or EMBL) and analysing the alignments genomic multiples through Clustal-X and other bioinformatics programs such as Blast (NCBI) or Bionumerics (AppliedMaths).

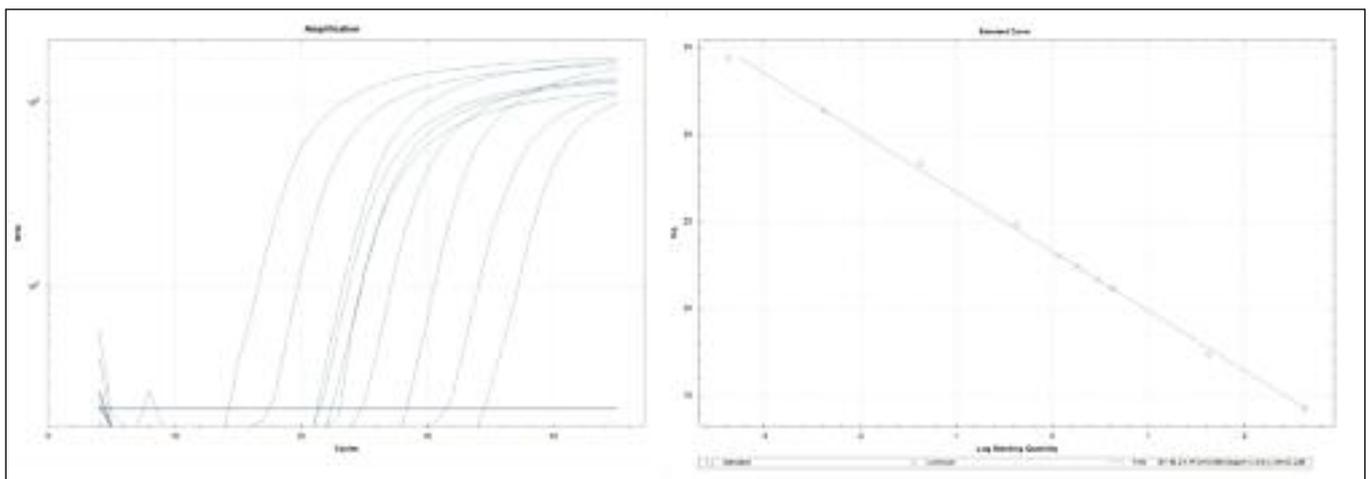
**Table 2: PFU (plaque-forming units) detected via real-time PCR performed on West Nile virus-infected FTAs.**

	PFU distributed on FTA	PFU revealed in PCR real time post-extraction
Hydrogel + methylene blue + Manuka	100	0.005
	50	0.008
	20	0.004
	10	0.002
Hydrogel + methylene blue + sucrose	100	0.006
	50	0.002
	20	0.004
	10	0.001

### Discussion

Extraction tests from FTA maps have highlighted the possibility of detecting the presence of the WNV genome in different prepared viral dilutions. However, the results of PCR Real Time showed a low system performance in terms of detectable PFU. Tests have also shown that the use of Manuka honey or sucrose does not significantly affect the system's performance.

The first experimental infections carried out in the laboratory provided the following preliminary results: on average, 31% of individuals placed in individual jars, after 14 days of the infected blood meal, fed themselves through FTA maps inside them. Mosquitoes with coloured abdomen were analyzed and the average viral title found in their body was  $3 \times 10^2$  PFU/ml (**Figure 8**).



**Figure 8** - RNA sample amplification curves extracted from *Culex pipiens* 14 days after the infected blood meal.



Analysis of FTA papers taken from jars containing mosquitoes with blue abdomen, then with meal, did not show the presence of viral RNA. The results of the experiment showed a high insect mortality (69%) during the mosquitoes exposure phase to the feeder containing the FTA chart. This did not allow for an analysis of a sufficient number of mosquito samples, and therefore a preliminary assessment of the effectiveness of the FTA detection system.

Molecular tests performed in the laboratory confirmed the validity of the selected methods in terms of both sensitivity and specificity (**Figure 9**).

For each agent, detection methods based on different regions of the genome have been developed in order to: a) have methods of identifying the pathogen that can enable its recognition at different taxonomic levels (gender, species, serotypes); b) detect all possible variants of a specific agent; c) have tests to confirm any positivity (**Table 1**).

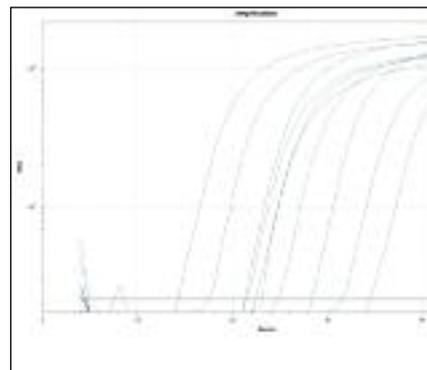
In addition, viral and bacterial strains were cultivated with the aim of having a reference system for direct identification by clinical sample, for antibody titration by essay of plaques from a hypothetical clinical sample and finally to have the biological material needed to set up positive molecular test controls.

## Conclusions

The characterization of the vector insect/pathogen systems in the environment where military personnel operate is an emerging activity. The complexity of the activity is due to its multidimensionality. Moreover, vector and the carried pathogen can be imported from the Area Of Operation, taking into account the ever-increasing flow to/from the operation areas. As a result, the characterisation of vector insect/pathogen systems in extraterritorial areas where the Armed Forces operate is important even in terms of public health. SENSOR research project has enabled the development of materials and methods to allow an entomological characterization (type and density of vector insects), microbiological (characterization of systems) and immunological (prevalence in the local population and incidence of military personnel temporarily employed in operation areas). These new information will provide new tools for drafting increasingly accurate risk assessments to protect military personnel and public health.

## Credits

This article is intended to disseminate the activities carried out to protect the military personnel deployed overseas. SENSOR research project is part of the Ministry of Defence National Military



**Figure 9** - rRT-PCR amplification test diagram of the NS3 region of dengue virus. A starting sample was diluted serially 1/10 from a concentration of 3 ng/ul.

Research Plan. We thank the work carried out at the Italian Istituto Superiore di Sanità Dr. Marco Di Luca and Dr. Francesco Severini, at the Rome University La Sapienza Dr. Angelo Giacomi and at the Scientific Department of the Military Hospital, Dr. Ignazio Celestino, Dr. Gabriella Loghi and Dr. Donatella Amatore, the Scientific Manager, Major Spagnolo.

## Disclosures:

The Authors declare that they have no relationships relevant to the contents of this paper to Disclose.

Manuscript received March 21, 2019; revised June 14, 2019; accepted June 25, 2019.



## REVIEW

# Le non-technical skills in ambito emergenziale

Massimiliano Trama \*

**Riassunto** - Le *Non-Technical Skills* (NTS), rappresentano un fenomeno che acquisisce un'importanza crescente nel contesto sanitario, particolarmente evidenziato in ambito emergenziale, fornendo ai professionisti sanitari maggiori capacità di adattamento al contesto di riferimento e, conseguentemente, migliorando la qualità dell'assistenza. Le NTS possono essere definite come *merger* di *soft skills* che consentono al personale sanitario di auto-evolversi come parte di una "*learning organization*" capace di adattarsi ad ambienti volatili. Ispirandosi alle sue applicazioni originarie nel settore aeronautico e di sicurezza aerea, l'addestramento alle NTS si è infatti diffuso in molti campi multidisciplinari, incluso quello sanitario, al fine di prevenire eventi avversi correlati ad errori umani.

Il presente articolo si pone l'obiettivo di verificare, attraverso una mini revisione della letteratura in materia, lo stato dell'arte in seno alle NTS, focalizzando l'attenzione sugli strumenti di potenziamento e valorizzazione di tali competenze.

**Parole chiave:** non-technical skills, training, assessment, emergency, crisis management.

### Messaggi chiave:

- Le *Non-Technical Skills* (NTS), rappresentano un valore aggiunto in ambito sanitario, particolarmente evidenziato in situazioni di emergenza/urgenza, in quanto forniscono ai professionisti sanitari maggiori capacità di adattamento al contesto di riferimento e, conseguentemente, riducono gli errori sanitari e migliorano la qualità dell'assistenza.
- Nel presente articolo viene riportato lo stato dell'arte in seno alle NTS, focalizzando l'attenzione sugli strumenti di potenziamento e valorizzazione di tali competenze.

## Introduzione

In un'era caratterizzata dalla massima attenzione alla qualità dell'assistenza, è crescente il bisogno di formare professionisti sanitari in possesso di maggiori capacità di adattamento al contesto assistenziale, particolarmente in ambito emergenziale.

Le *Non-Technical Skills* (NTS) possono essere definite come *merger* di *soft skills* che consentono al personale sanitario di auto-evolversi come parte di una "*learning organization*" capace di adattarsi ad ambienti volatili. Ispirandosi alle sue applicazioni originarie nel settore aeronautico e di sicurezza aerea, l'addestramento alle NTS si è diffuso in molti campi

multidisciplinari, incluso quello sanitario, al fine di prevenire eventi avversi correlati ad errori umani (1).

Negli ultimi anni il focus sul ruolo delle NTS quali comunicazione, dinamiche di *decision making*, consapevolezza della situazione e *teamwork* ha acquistato importanza nella medicina di emergenza. Specialmente durante trattamenti complessi e critici relativi a pazienti gravemente compromessi, all'interno di team multidisciplinari ed interprofessionali, questi fattori rivestono un ruolo importante per la sicurezza del paziente e l'ottimizzazione dei processi e rappresentano un fattore chiave che influenza la qualità percepita di un dato scenario da parte dei membri del team (2).

Per una migliore comprensione del fenomeno si riportano i campi delle principali NTS individuate da uno studio trasversale e longitudinale norvegese condotto nell'ambito del servizio di elisoccorso. Gli studiosi, che hanno definito le NTS come skills cognitive ed interpersonali richieste per erogare un'assistenza sicura, suggeriscono 7 categorie di NTS da monitorare e potenziare:

1. Consapevolezza della situazione;
2. Presa di decisioni;
3. Comunicazione;
4. Team work;
5. Leadership;
6. Gestione dello stress;
7. Resistenza alla fatica (3).

\* Ten. sa. RS, Ufficiale Addetto alla Sezione Personale e Sicurezza del Comando Sanità e Veterinaria - Roma.

**Corrispondenza:** e-mail: maxtrama@libero.it

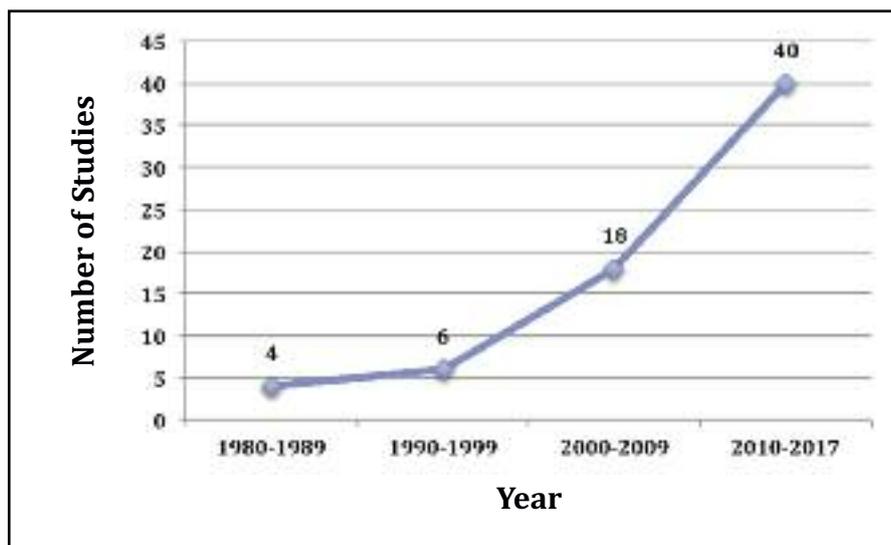


Una revisione sistematica della letteratura in materia ha evidenziato un considerevole incremento degli studi disponibili dal 1980, con un sorprendente incremento nei periodi 2000 ÷ 2009 e 2010 ÷ 2017 (**Fig. 1**), in maggioranza condotti negli USA e nel Continente europeo. Tuttavia, anche in virtù della vastità del fenomeno NTS e conseguente difficoltà ad ideare percorsi formativi che possano soddisfare a pieno l'esigenza formativa, è stato riscontrato un gap negli esiti delle NTS universali. Per questo motivo gli studiosi hanno identificato una triade di outcomes nelle NTS da poter monitorare in un modello di apprendimento perseguibile (**Fig. 2**). La triade contempla:

- conoscenze sulle NTS, comprensione dei concetti teorici e dei principi che possano costruire il contesto iniziale e l'impalcatura per il seguito;
- performance di NTS, skills dimostrate attraverso l'adattamento quantificabile ad una specifica NTS;
- attitudine verso le NTS, percezione soggettiva relativa all'utilità e scopo di una specifica NTS ed auto-riflessione sull'apprendimento raggiunto (1).

Anche dall'analisi della nuova versione di Codice Deontologico del Consiglio internazionale degli Infermieri (*International Council of Nurses - ICN*) si evince come gli infermieri debbano:

- stabilire degli standard per l'assistenza infermieristica e creare un ambiente di lavoro che promuova un'assistenza di qualità;
- istituire dei sistemi di valutazione dei risultati professionali, della formazione permanente e di un rinnovo sistematico dell'abilitazione all'esercizio della professione.
- monitorare e promuovere la salute personale degli infermieri tenendo conto della loro competenza nell'esercizio della professione (4).



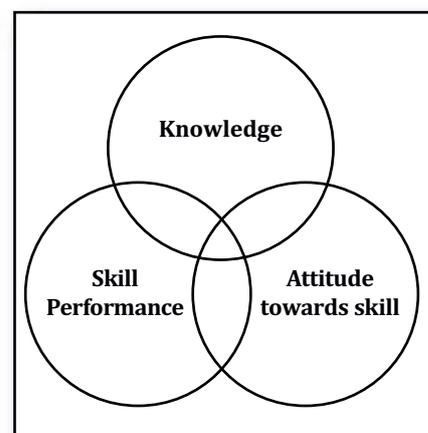
**Fig. 1** – Studi relativi agli interventi sulle NTS dal 1980 ad oggi.

Pertanto il modello assistenziale proposto e condiviso dall'ICN sottolinea la necessità di garantire la qualità dell'assistenza anche attraverso strumenti strutturati di monitoraggio e valorizzazione delle competenze. In tal senso le NTS rappresentano il valore aggiunto da impiegare nell'assistenza infermieristica erogata.

La letteratura ha pertanto più volte ribadito l'importanza delle NTS, in particolare modo nel contesto emergenziale. Tuttavia si rileva la necessità di comprendere lo stato dell'arte in materia, cercando di capire come le NTS vengono percepite dagli operatori sanitari e quanto viene fatto nei servizi sanitari per monitorizzare e valorizzare queste competenze all'interno del contesto assistenziale.

### Materiali e Metodi

La strategia di ricerca utilizzata per rispondere all'obiettivo della revisione è stata la seguente: l'ipotesi di ricerca è rappresentata dal fatto che si ritiene ci sia una carenza e frammentazione di conoscenze in materia NTS; pertanto è stata realizzata una ricerca sulla banca



**Fig. 2** – Triade degli esiti relativi ad interventi sulle NTS.

dati MEDLINE – Pub Med utilizzando i termini *non-technical skills, training, assessment, emergency, crisis management*.

I termini della ricerca sono stati combinati tra di loro attraverso l'uso degli operatori booleani AND ed OR. Visto l'ampio spettro di ricerca esistente in materia addestramento alle NTS in ambito emergenziale sono stati inseriti i seguenti limiti ricerca per addivenire a studi quanto più recenti pubblicati in merito: *humans, published in the last 10 years, Clinical Trial, Review*.



## Risultati

Gli articoli identificati, sulla base delle parole chiave inserite e combinate

tra di loro, sono stati 32. Dei 32 articoli trovati su PubMed ne sono stati selezionati 14 in quanto pertinenti alla domanda di ricerca. Nella **tabella 1**, sono

riepilogati gli articoli selezionati per la revisione e non esclusi.

Nella **tabella 2** vengono descritti e sintetizzati gli articoli presi in esame.

**Tab. 1 - Elenco degli articoli selezionati per la revisione**

<b>Autore (i)/ anno</b>	<b>Titolo dell'articolo</b>	<b>Rivista</b>
<b>Petersen JA / 2018</b>	Early warning score challenges and opportunities in the care of deteriorating patients.	<i>DAN Med J.</i> 2018 Feb;65(2).
<b>Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breurer G / 2018</b>	Simulation as a training method for the professionalization of teams.	<i>Anaesthesiol intensivmed notfallmed schmerzther.</i> 2018 Jan; 53(1):20-33.
<b>Gu Y et al. / 2017</b>	The effect of simulator fidelity on acquiring non-technical skills: a randomized non-inferiority trial.	<i>Can J Anaesth.</i> 2017 Dec; 64(12): 1182-1193.
<b>Neuschwander A / 2017</b>	Impact of sleep deprivation on anaesthesia residents' non-technical skills: a pilot simulation-based prospective randomized trial.	<i>Br J Anaesth.</i> 2017 Jul 1; 119(1): 125-131.
<b>Letchworth PM, Duffy SP, Phillips D / 2017</b>	Improving non-technical skills (teamwork) in post-partum haemorrhage: a grouped randomised trial.	<i>Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.</i> 2017 Oct; 217:154-160.
<b>Hagemann V et al. / 2017</b>	Does teaching non-technical skills to medical students improve those skills and simulated patient outcome?	<i>Int J Med Educ.</i> 2017 Mar 29;8:101-113.
<b>Ghazali DA et al. / 2016</b>	Randomized controlled trial of multidisciplinary team stress and performance in immersive simulation for management of infant in shock: study protocol.	<i>Scand J Trauma Resusc Emerg Med.</i> 2016 Mar 25;24:36.
<b>Goldberg A, Silverman E, Samuelson S, Katz D, Lin HM, Levine A, DeMaria S / 2015</b>	Learning through simulated independent practice leads to better future performance in a simulated crisis than learning through simulated supervised practice.	<i>Br J Anaesth.</i> 2015 May; 114(5):794-800.
<b>Verbeek-van Noord I, de Bruijne MC, Twisk JW, van Dyck C, Wagner C / 2015</b>	More explicit communication after classroom-based crew resource management training: results of a pragmatic trial.	<i>J Eval Clin Pract.</i> 2015 Feb;21(1):137-44.
<b>Marshall SD, Mehra R / 2014</b>	The effects of a displayed cognitive aid on non-technical skills in a simulated 'can't intubate, can't oxygenate' crisis.	<i>Anaesthesia.</i> 2014 Jul;69(7):669-77.
<b>Gjæraa K, Møller TP, Østergaard D / 2014</b>	Efficacy of simulation-based trauma team training of non-technical skills. A systematic review.	<i>Acta Anaesthesiol Scand.</i> 2014 Aug; 58(7): 775-87.
<b>Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD / 2013</b>	Debriefing to improve outcomes from critical illness: a systematic review and meta-analysis.	<i>Intensive Care Med.</i> 2013 Sep;39(9):1513-23.
<b>Boet S, Bould MD, Bruppacher HR, Desjardins F, Chandra DB, Naik VN / 2011</b>	Looking in the mirror: self-debriefing versus instructor debriefing for simulated crises.	<i>Crit Care Med.</i> 2011 Jun;39(6):1377-81.
<b>Georgiou A, Lockey DJ / 2010</b>	The performance and assessment of hospital trauma teams.	<i>Scand J Trauma Resusc Emerg Med</i> 2010 Dec 13; 18:66.



**Tab. 2 - Griglia di sintesi articoli inclusi nella revisione.**

<b>Autore (i)/ anno</b>	<b>Metodologia di ricerca</b>	<b>Campione</b>	<b>Strumenti di raccolta dati</b>
<b>Petersen JA. 2018</b>	Studio osservazionale	144 casi clinici ed infermieri di U.O. chirurgica e breve osservazione di un Ospedale di Copenhagen.	Revisione dei casi clinici ed interviste in focus group semi-strutturati.
<b>Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breurer G. 2018</b>	Revisione letteratura.	///	///
<b>Gu Y et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	36 medici specializzandi.	Pre e post-test OGRS (Ottawa global rating scale) somministrati nell'ambito della conduzione di scenari clinici mediante strumenti di simulazione a bassa ed alta fedeltà.
<b>Neuschwander A. et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	20 anestesisti	Test ANTS (anaesthetists' non-technical skills) somministrato nell'ambito di uno scenario simulato di gestione di un evento critico in sala operatoria.
<b>Letchworth PM, Duffy SP, Phillips D. 2017</b>	Trial randomizzato	38 team multidisciplinari di ostetricia	Le NTS nella gestione di uno scenario simulato di emorragia post-parto sono state valutate attraverso il Global Assessment of Obstetric Team Performance (GAOTP) e la Clinical Teamwork Scale (CTS).
<b>Hagemann V et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	77 studenti al 4 <sup>o</sup> anno di medicina.	Comportamenti inerenti le NTS valutati nel corso di 2 scenari clinici simulati. Un gruppo è stato sottoposto ad un seminario sulle NTS ed il gruppo di controllo ad un seminario in ambito sanitario generico.
<b>Ghazali DA et al. 2016</b>	Studio di un protocollo	48 operatori del soccorso preospedaliero (personale medico, infermieristico e di supporto) distribuiti in 12 team multidisciplinari.	Il protocollo oggetto di studio ipotizza che 6 team vengano sottoposti a 9 simulazioni di soccorso nell'arco di 1 anno e 6 team a 3 simulazioni nel medesimo periodo; nel corso delle simulazioni verrebbero monitorizzati i livelli di stress secondo tre criteri: biologico, elettrofisiologico e psicologico; gli strumenti di monitoraggio previsti sono il TAPAS, la scala di valutazione della performance nell'accesso IO, il BAT ed il CTS.
<b>Goldberg A, Silverman E, Samuelson S, Katz D, Lin HM, Levine A, DeMaria S. 2015</b>	Trial randomizzato	24 medici specializzandi.	Dei 24 medici, 12 vengono sottoposti a scenari simulati di gestione di una contaminazione in maniera indipendente e 12 ai medesimi scenari sotto la supervisione di un anestesista. A 6 mesi i gruppi vengono sottoposti ad un differente scenario e vengono monitorizzate le NTS attraverso l'ANTS, il tempo di diagnosi e di trattamento.
<b>Verbeek-van Noord I, de Bruijne MC, Twisk JW, van Dyck C, Wagner C. 2015</b>	Studio osservazionale	Personale medico ed infermieristico di 4 Dipartimenti di emergenza.	Attraverso l'Explicit Professional Oral Communication (EPOC) sono state osservate le NTS del personale coinvolto dopo esser stato sottoposto al Crew Resource Management (CRW) per un periodo di 2 giorni.
<b>Marshall SD, Mehra R. 2014</b>	Trial randomizzato	64 medici esperti di anestesia e rianimazione	Attraverso l'Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS) sono state osservate le NTS di due gruppi di esperti, uno con il supporto cognitivo ed il gruppo di controllo senza, durante la gestione di uno scenario simulato di emergenza nella gestione delle vie aeree.
<b>Gjeraa K, Møller TP, Østergaard D. 2014</b>	Revisione della letteratura	13 studi inclusi.	Ricerca della letteratura sulle banche dati PubMed, EMBASE e Cochrane in materia di addestramento sulle NTS per i trauma team attraverso strumenti di simulazione
<b>Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD. 2013</b>	Revisione della letteratura	2720 studi identificati e 20 inclusi	Revisione della letteratura in materia di efficacia del debriefing per il miglioramento dell'outcome del paziente che ha sviluppato un'emergenza.
<b>Boet S, Bould MD, Bruppacher HR, Desjardins F, Chandra DB, Naik VN</b>	Studio prospettico randomizzato controllato	50 anestesisti	Dopo esser stati istruiti circa le NTS ed aver svolto uno scenario simulato di emergenza anestesilogica, un gruppo ha svolto un self-debriefing ed il gruppo di controllo un debriefing guidato da un istruttore. Successivamente il campione ha svolto un secondo scenario. In ogni caso è stato utilizzato l'ANTS come strumento di valutazione delle NTS.
<b>Georgiou A, Lockey DJ. 2010</b>	Revisione della letteratura.		Consultaione delle banche dati Pub Med, Ovid, Athens e Cochrane



## Risultati e Conclusioni

**RISULTATI:** soltanto nell'8% dei casi clinici analizzati era stato applicato rigorosamente l'Early Warning Score (EWS), non è stato garantito il monitoraggio parametri nell'81% dei casi, non c'è stata comunicazione circa i parametri dei pazienti nel 42% dei casi ed il team dell'emergenza (MET) / medici esperti sono stati allertati impropriamente nel 52% dei casi. Le principali cause sono da ricondurre a carenza di tempo e di personale. È stata rilevata anche paura di richiami e carenza di NTS nel MET quali cause di una riluttanza alla richiesta di supporto.

**CONCLUSIONI:** la violazione dell'algoritmo di protocollo è stata riscontrata quale fonte principale di eventi avversi nei reparti osservati.

**RISULTATI:** lo studio mostra che un ambiente lavorativo realistico richiede un buon addestramento del personale attraverso l'utilizzo di tecnologie di simulazione e comunicazione. La simulazione prevede la supervisione di un tutor che accompagna il team soprattutto nella fase di de briefing.

**CONCLUSIONI:** il presente studio ha evidenziato i benefici derivanti dall'addestramento con simulazione in termini di riduzione di eventi avversi, miglioramento dell'outcome nella rianimazione e del clima nel team.

**RISULTATI:** dalla raccolta ed analisi dei dati non sono emerse differenze significative di punteggio nella OGRS tra il gruppo che ha utilizzato simulatori ad alta fedeltà (HFS) rispetto al gruppo sottoposto a simulatori a bassa fedeltà (LFS) ( $P=0.33$ ). Sono stati riscontrati miglioramenti significativi tra le performance nei pre-test rispetto al post-test OGRS ( $P=0.003$ ).

**CONCLUSIONI:** lo studio suggerisce che i simulatori a bassa fedeltà non sono inferiori ai più costosi simulatori ad alta fedeltà in termini di maggior apprendimento delle NTS negli specializzandi.

**RISULTATI:** le NTS sono risultate nettamente inferiori nel gruppo di anestesisti smontanti dal turno notturno (ANTS score = 12.2) rispetto al gruppo di controllo (ANTS = 14.5,  $P<0.02$ ); sono state rilevate particolari carenze nell'ambito del lavoro di gruppo.

**CONCLUSIONI:** in questo studio pilota randomizzato, la privazione del sonno è stata associata a scarse NTS nel gruppo di anestesisti coinvolti.

**RISULTATI:** nel gruppo di intervento, che disponeva di una piattaforma digitale mobile di supporto decisionale, il team-work è risultato migliore (CTS in media 25% superiore e GAOTP 22% superiore) rispetto al gruppo di controllo.

**CONCLUSIONI:** è stato riportato un sistema di supporto decisionale che ha migliorato le NTS nella gestione di una emorragia post-parto. La carenza di team-work è spesso citata quale causa di insuccessi nell'assistenza e gli studiosi suggeriscono una tecnologia fruibile che favorisce il team-work durante l'emergenza.

**RISULTATI:** le NTS inerenti la consapevolezza della situazione ( $p<.01$ ,  $r=0.5$ ) e team-work ( $p<.01$ ,  $r=0.5$ ) sono migliorate tra il primo e secondo scenario nel gruppo sottoposto a seminari sulle NTS. Il decision making è migliorato in entrambi i gruppi (NTS:  $p<.01$ ,  $r=0.39$ ; controllo:  $p<.01$ ,  $r=0.46$ ). L'attitudine alla gestione degli errori è migliorata in maniera significativa nel gruppo NTS ( $p<.05$ ,  $r=0.34$ ). Lo stress percepito si è ridotto in entrambi i gruppi, mentre gli out come dei pazienti non hanno mostrato differenze significative nei due gruppi.

**CONCLUSIONI:** lo studio evidenzia l'efficacia di un singolo seminario sulle NTS al fine del miglioramento delle NTS degli studenti. Suggerisce inoltre una formazione in tema più strutturata anche attraverso esercitazioni pratiche.

**RISULTATI:** lo studio ipotizza che in confronto a 3 simulazioni nel corso di 1 anno, 9 simulazioni abbiano un miglior effetto sulle skills cliniche e non cliniche del team multidisciplinare e consentirebbe altresì una riduzione dei livelli di stress.

**CONCLUSIONI:** lo studio suggerisce un innovativo progetto di ricerca che prevede un trial randomizzato volto a monitorizzare durante la ripetizione di sessioni di simulazione le performance cliniche e lo stress, osservati dal punto di vista oggettivo e soggettivo. Gli studiosi si aspettano che lo stress incida negativamente sulle performance e che quest'ultime possano beneficiare di ripetute simulazioni.

**RISULTATI:** il 67% degli specializzandi facenti parte il gruppo indipendente ha mostrato un'appropriata gestione del secondo scenario a 6 mesi, a differenza del solo 17% del gruppo sottoposto a supervisione. Il gruppo indipendente ha evidenziato anche migliori punteggi nell'ANTS (42.3 vs 31.3,  $P=0.015$ ). Nessuna differenza significativa nella gestione del tempo.

**CONCLUSIONI:** consentire agli specializzandi di esercitarsi in maniera autonoma nel laboratorio di simulazione, e conseguentemente, consentire loro di sbagliare, rappresenta un punto favorevole l'apprendimento nel contesto di simulazione.

**RISULTATI:** l'analisi dei dati raccolti ha rivelato un aumento statisticamente significativo, dopo l'addestramento, dell'interazione umana ( $=0.27$ , 95% CI 0.08-0.49) e del punteggio EPOC complessivo ( $=0.25$ , 95% CI 0.06-0.43). pertanto approssimativamente è stato rilevato un aumento del 25% della comunicazione esplicita adottata dal campione successivamente all'addestramento CRM.

**CONCLUSIONI:** gli autori hanno riscontrato un aumento delle skills CRM in seguito all'attività di addestramento svolta in aula. Questo studio pertanto conferma le evidenze scientifiche circa il potenziale dell'addestramento CRM nell'incrementare la sicurezza dei pazienti mediante la riduzione delle dispersioni di comunicazione che riveste un ruolo importante nella gestione degli eventi avversi correlati all'assistenza.

**RISULTATI:** il campione oggetto di studio ha evidenziato uno score maggiore nell'ANTS se supportato cognitivamente con poster o algoritmi (media (SD) total ANTS score 10.4 (3.1) vs. 13.2 (2.4),  $p < 0.001$ ). inoltre è emerso che il campione provvisto di supporto cognitivo aveva una maggiore tendenza ad adottare un presidio sovrappiù per la gestione delle vie aeree nei primi 3 minuti (gruppo di controllo 55.3% vs. intervento 76.9%,  $p = 0.076$ ).

**CONCLUSIONI:** lo studio ha dimostrato un miglioramento delle NTS in presenza di un supporto cognitivo durante la gestione di un'emergenza delle vie aeree del paziente.

**RISULTATI:** i trauma team multiprofessionali mostrano un miglioramento nelle NTS mediante un addestramento basato sulle simulazioni. In particolare sono state riscontrati miglioramenti nelle conoscenze e competenze. Tre studi hanno evidenziato miglioramenti nelle performance del team (comportamento). 2 studi che hanno valutato gli esiti dell'addestramento in termini di esiti clinici sul paziente non hanno rilevato miglioramenti sul piano della mortalità e morbidità.

**CONCLUSIONI:** sebbene sia stata riscontrata la necessità di ulteriori studi randomizzati tesi a verificare l'incidenza dell'addestramento sull'outcome dei pazienti, la revisione della letteratura ha rilevato l'efficacia dell'addestramento alle NTS con sistemi di simulazione per il miglioramento delle conoscenze, competenze e performance complessive del trauma team multi professionale.

**RISULTATI:** dagli studi analizzati è emerso che il debriefing viene visto positivamente, migliora l'apprendimento, migliora le performance nelle skills tecniche e non tecniche. Tuttavia ci sono poche evidenze circa l'influenza positiva del debriefing sull'outcome del paziente.

**CONCLUSIONI:** la revisione supporta l'impiego di un debriefing strutturato come strategia educativa per il miglioramento di conoscenze e competenze. Risultano necessari ulteriori studi per definire un metodo ottimale di debriefing ed il suo effetto sull'esito del paziente.

**RISULTATI:** dopo aver raccolto i dati, due esperti hanno valutato le performance attraverso i video dei 2 scenari e la scala ANTS. Le performance sono significativamente migliorate dal primo al secondo scenario ( $p<0.01$ ) a prescindere dal tipo di debriefing svolto.

**CONCLUSIONI:** lo studio ha dimostrato che l'addestramento incrementa le NTS, ed è significativo notare che l'incremento nelle performance non è correlato al tipo di debriefing svolto, auto somministrato o guidato da un istruttore.

**RISULTATI:** la revisione sottolinea l'importanza del trauma team nella gestione delle emergenze ospedaliere. Inoltre indaga e rileva gli strumenti più efficaci per la valutazione delle performance del team nella gestione dello scenario di soccorso; i principali strumenti utilizzati sono la registrazione video e successiva analisi dell'operato, i simulatori, l'utilizzo di osservatori esterni, la revisione della documentazione clinica.

**CONCLUSIONI:** la revisione rimarca che per ridurre la mortalità dei pazienti è necessario disporre di un programma di sviluppo delle performance del trauma team e che gli strumenti più affidabili per valutare le performance sono rappresentati dalla revisione delle registrazioni video del soccorso e dall'utilizzo di simulatori.



## Discussione

Il primo studio esaminato, danese, è stato identificato in quanto rappresenta un ottimo esempio di applicazione delle NTS nel contesto emergenziale ospedaliero. Dallo studio si evince infatti che nella realtà ospedaliera indagata, oltre ad esserci una scarsa ed incompleta applicazione di una scala di deterioramento precoce (*Early Warning Score - Tab. 3 - L'EWS rappresenta un indicatore ampiamente usato in ambito internazionale al fine di identificare precocemente condizioni di emergenza/urgenza sulla base del monitoraggio di 6 parametri fisiologici: frequenza respiratoria, saturazione di ossigeno, temperatura corporea, pressione arteriosa sistolica, frequenza cardiaca e stato di coscienza. Ciascun parametro viene misurato ed aggregato agli altri e la grandezza del punteggio riflette la variazione del parametro dai valori fisiologici. Sono allarmanti parametri con valori assoluti pari a 3 oppure una sommatoria di parametri  $\geq 5$* ), le NTS sono carenti soprattutto nel team deputato alle emergenze (cosiddetto *Medical*

*Emergency Team - MET*), a tal punto da determinare una riluttanza nella richiesta di supporto da parte degli infermieri di Reparto (5).

La revisione della letteratura condotta dagli studiosi tedeschi, invece, rimarca l'importanza dell'addestramento per lo sviluppo di tali competenze e per il miglioramento delle dinamiche del team di emergenza. In particolare, rappresenta cruciale la fase post esercitazione; nel debriefing infatti, attraverso la supervisione di un tutor, sono suggeriti dei metodi (*guided team self-correction, advocacy-inquiry, TeamGAINS*) che possano far emergere le riflessioni del team in seno alle attivazioni ricevute durante gli scenari di simulazione. Un addestramento ben strutturato pertanto consentirebbe un miglioramento sia degli outcomes nei pazienti sia nel clima all'interno del team (6).

Nell'ambito dei processi di apprendimento delle NTS, come già accade per altre tipologie di skills, prendono sempre più piede le tecnologie di simulazione. Se da una parte i simulatori ad alta fedeltà consentono di avvicinarsi molto all'am-

biente reale, pur rimanendo in un contesto sicuro, essi rappresentano un costo molto elevato, ponendo dei dubbi in termini di costo/efficacia. Non essendoci in letteratura evidenze scientifiche in merito all'efficacia degli strumenti di simulazione sul miglioramento delle NTS, uno studio canadese ha cercato di comprenderne l'influenza attraverso due gruppi di specializzandi sottoposti ad addestramento con simulatori a bassa ed alta fedeltà. Da quanto emerso dal trial, i simulatori a bassa fedeltà hanno un'efficacia sovrapponibile a quelli ad alta fedeltà. Altro concetto chiave è rappresentato dai miglioramenti significativi riscontrati nei valori della scala utilizzata (*Ottawa global rating scale - Tab. 4*) dal pre-test al post-test, confermando dunque l'importanza dei mezzi di simulazione, e più in generale dell'addestramento, per lo sviluppo delle NTS (7).

Un interessante studio inglese ha evidenziato come possa influire la deprivazione del sonno sulle NTS. A tal fine due gruppi di anestesisti, uno smontante dal turno notturno, e l'altro di controllo, sono stati sottoposti a scenari simulati di gestione di eventi critici in sala operatoria attraverso un manichino ad alta fedeltà (SIM man 3G, Laerdal). La simulazione è stata articolata in tre fasi: il briefing, lo scenario vero e proprio ed il debriefing; durante tutte le fasi sono stati acquisiti dati audio e video, e le NTS sono state valutate da due esperti anestesisti che non conoscevano la composizione dei gruppi. Lo scenario sottoposto e simulato consisteva di un paziente con peritonite acuta sottoposto ad anestesia generale, complicata da uno shock anafilattico secondario alla somministrazione di succinilcolina (*Fig. 5*). I dati emersi dall'osservazione delle NTS, dimostrano che nel gruppo deprivato del sonno le performance nei campi dell'ANTS (*Tab.*

Tab. 3 - Early Warning Score.

Physiological Parameters	3	2	1	0	1	2	3
Respiration Rate (BPM)	8		9-11	12-20		21-24	25
Oxygen Saturations (%)	91	92-93	94-95	96			
Any Supplemental Oxygen		Yes		No			
Temperature (°C)	35		35.1-36.0	38.1-39.0	39.1		
Systolic Blood Pressure (mmHg)	90	19-100	101-110	111-219		220	
Heart Rate (BPM)	40		41-50	51-90	91-110	111-130	131
Level of Consciousness			A		V, P or U		



Tab. 4 - Ottawa Global Rating Scale.

Ottawa Global Rating Scale Categories *
Overall Performance
<b>Subcategories<sup>^</sup></b>
I. Leadership Skills
II. Problem Solving Skills
III. Situational Awareness Skills
IV. Resource Utilization Skills
V. Communication Skills
* All categories scored on a 7 point scale
<sup>^</sup> Composite score in the mean score of the 5 subcategories

5) sono significativamente peggiori rispetto a quelle mostrate dal gruppo di controllo. La carenza nelle NTS sarebbe associata a scarso lavoro di gruppo, aumentata sonnolenza e ridotta confidenza nelle skills cliniche (8).

Rimanendo nell'ambito della simulazione come metodologia di addestramento alle NTS, alcuni studiosi hanno dimostrato l'efficacia di una semplice tecnologia per supportare i processi decisionali del team nel contesto emergenziale. Nello specifico, è stata testata una piattaforma digitale mobile messa a disposizione di 14 team multidisciplinari di ostetricia nella gestione di uno scenario simulato di emorragia post-parto, le cui performance sono state poste a confronto con altri 14 team di controllo. Dai risultati di questo trial randomizzato è emerso che il gruppo di intervento ha evidenziato migliori performance nelle NTS rispetto al gruppo di controllo che non disponeva della tecnologia di supporto (9).

Anche in un contesto più ampio, quale il soccorso al trauma operato da team multidisciplinari, è ampiamente riconosciuto che i sistemi di simulazione siano molto importanti per lo

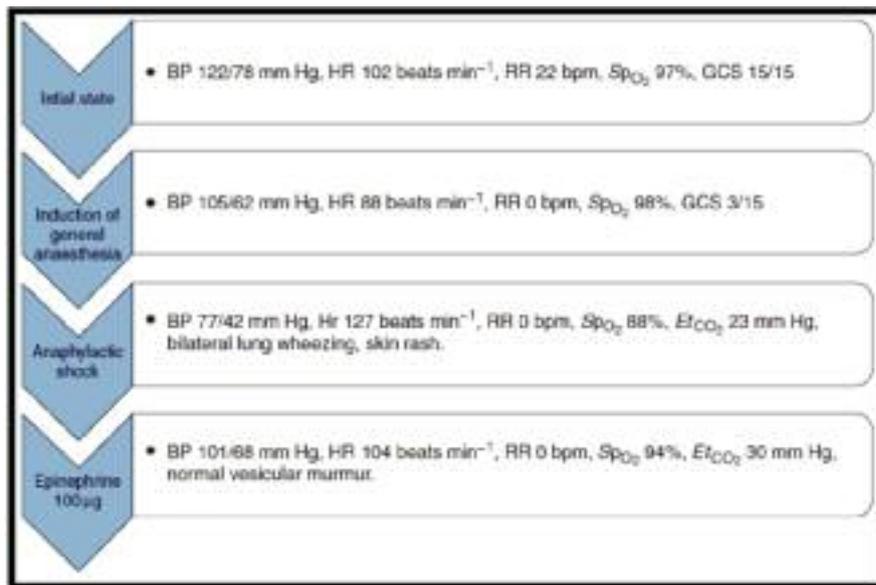


Fig. 3 - Scenario clinico: BP, pressione arteriosa; EtCO<sub>2</sub> concentrazione di fine espirazione di anidride carbonica; GCS, Glasgow coma scale; HR, frequenza cardiaca; RR, frequenza respiratoria; SpO<sub>2</sub>, saturazione periferica di ossigeno.

Tab. 5 - Descrizione e sistema di valutazione dell'ANTS; 4 = buono; 3 = accettabile; 2 = marginale; 1 = carente.

Category	Element
Task management	Planning and preparing Prioritizing Providing and using resources
Team working	Coordinating activities with team members Exchanging information Using authority and assertiveness Assessing capabilities Supporting others
Situation awareness	Gathering information Recognizing and understanding Anticipating
Decision making	Identifying options Balancing risks and selecting options Re-evaluating

sviluppo delle NTS. Una revisione della letteratura in materia, ha descritto e comparato gli interventi formativi e la valutazione degli effetti tenendo conto dei 4 livelli di Kirkpatrick: reazione,

apprendimento (conoscenze, competenze, attitudini), comportamento (nel contesto clinico) ed outcome del paziente; è stato evidenziato che l'addestramento del trauma team con sistemi



di simulazione incrementa certamente competenze e conoscenze dei componenti del team sulle NTS. Sarebbe inoltre favorito il comportamento del team, mentre non vi sono evidenze circa gli esiti dell'addestramento sull'outcome del paziente (10).

L'apprendimento delle NTS sarebbe favorito non soltanto dall'addestramento in scenari simulati di soccorso, bensì dalla gestione indipendente dello scenario di soccorso da parte del discente. E' quanto dimostrato da uno studio inglese che ha posto a confronto le performance di due gruppi di medici specializzandi in due scenari di soccorso condotti a distanza di 6 mesi. E' interessante notare che il gruppo di intervento, chiamato a gestire lo scenario in autonomia, abbia evidenziato migliori performance anche dal punto di vista delle NTS rispetto a coloro che hanno operato sotto la supervisione di un medico esperto. Secondo gli autori, da questo punto di vista, sarebbe formativo anche consentire al discente di commettere errori (11).

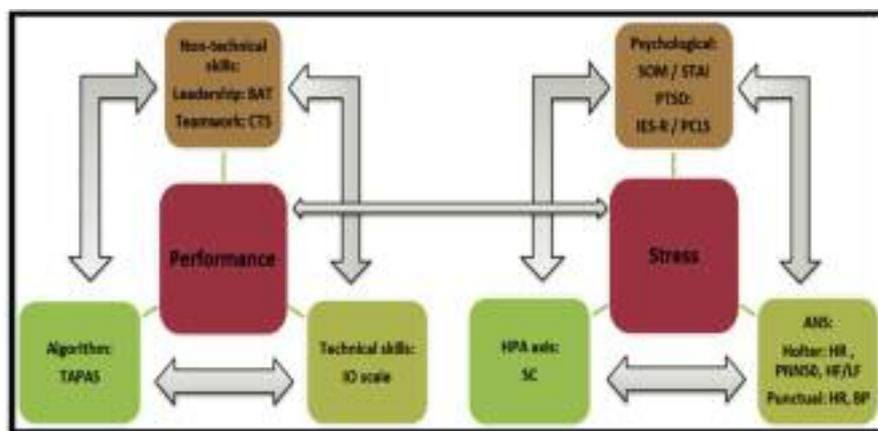
Sensibilizzare il personale alla tematica delle NTS è molto importante per migliorarne le skills, già nel percorso formativo di base. E' quanto emerso da uno studio tedesco che ha visto coinvolti 2 gruppi di studenti al 4° anno di medicina. L'intervento proposto prevedeva lo svolgimento di 2 scenari di soccorso da parte dei due gruppi, intervallati da 2 differenti seminari; il gruppo di intervento è stato sottoposto ad un seminario specifico in tema NTS ed il gruppo di controllo ad un seminario inerente argomenti sanitari generici (*mass casualty incidents*). Dalle performance mostrate dai due gruppi è emersa l'efficacia di un "semplice" seminario sulla tematica NTS in termini di miglioramento delle stesse, miglioramento più marcato rispetto al

gruppo che non è stato sensibilizzato alla tematica, soprattutto per quanto concerne il *team-work* e la gestione degli errori. E' rimarchevole notare tale miglioramento attraverso l'impiego di una lezione frontale, che dal punto di vista andragogico ha sicuramente un'influenza ridotta rispetto ad esercitazioni pratiche (12).

Un interessante studio scandinavo propone un progetto formativo teso a dimostrare l'incidenza dello stress sulle performance cliniche e non cliniche di un team multidisciplinare di emergenza. Nello specifico, gli studiosi ritengono che l'addestramento alla gestione di un'emergenza in scenari ripetuti di simulazione consentirebbe una migliore risposta ai fattori stressogeni e una migliore performance degli operatori. A tal fine è stato proposto un trial randomizzato in cui 6 team multidisciplinari vengono addestrati alla gestione di uno *shock* pediatrico in 9 sessioni nell'arco di un anno ed il

gruppo di controllo, altri 6 *team*, viene addestrato in sole 3 sessioni. Per poter monitorizzare i livelli di stress vengono presi in considerazione tre criteri: biologici, elettrofisiologici e psicologici; come mostra la **figura 4**, si innescano potenzialmente delle connessioni multiple con indicatori / scale di valutazione di performance e di stress (come ad esempio la scala TAPAS o la scala CTS), a dimostrazione della stretta interdipendenza tra i fattori oggetto di studio (13).

Uno studio olandese, condotto nel 2015, ha rimarcato l'importanza dell'addestramento per lo sviluppo di NTS, in particolar modo attraverso l'utilizzo di uno strumento suggerito già da diversi esperti del settore. Si tratta dell'*Aviation-based crew resource management (CRM)*, impiegato in questo studio su di un campione composto da personale medico ed infermieristico di 4 Dipartimenti di Emergenza. Dopo aver svolto l'attività formativa, e durante, il campione è stato



**Fig. 4** - I vari componenti dell'intervento e potenziali correlazioni. ANS: autonomic nervous system; BAT: Behavioral Assessment Tool; BP: blood pressure; CTS: Clinical Teamwork Scale; HPA: hypothalamic pituitary adrenal stress axis; HF/LF: high frequency / low frequency ratio; HR: heart rate; IES-R: Impact of Event Scale-Revised; IO: intra-osseous; PCLS: Post-Traumatic Check-List Scale; PNN50: proportion of successive NN that differ by more than 50 ms divided by total number of NN; PTSD: post-traumatic stress disorder; SC: salivary cortisol; SOM: Stress-O-Meter; STAI: State Trait Anxiety Inventory; TAPAS: Team Average Performance Assessment Scale. Tab. 3 - Descrizione e sistema di valutazione dell'ANTS; 4 = buono, 3 = accettabile, 2 = marginale, 1 = carente.



analizzato attraverso l'*Explicit Professional Oral Communication* (EPOC), dal quale sono stati focalizzati tre aspetti: l'interazione umana, l'anticipazione dell'ambiente ed il punteggio complessivo dell'EPOC. L'unico aspetto in cui non sono stati rilevati miglioramenti significativi è stato l'anticipazione dell'ambiente. Tuttavia, nel complesso, lo studio ha rafforzato il giudizio di efficacia che la letteratura conferisce all'addestramento CRM nello sviluppo delle NTS del personale, anche al fine di migliorare la sicurezza dei pazienti (14).

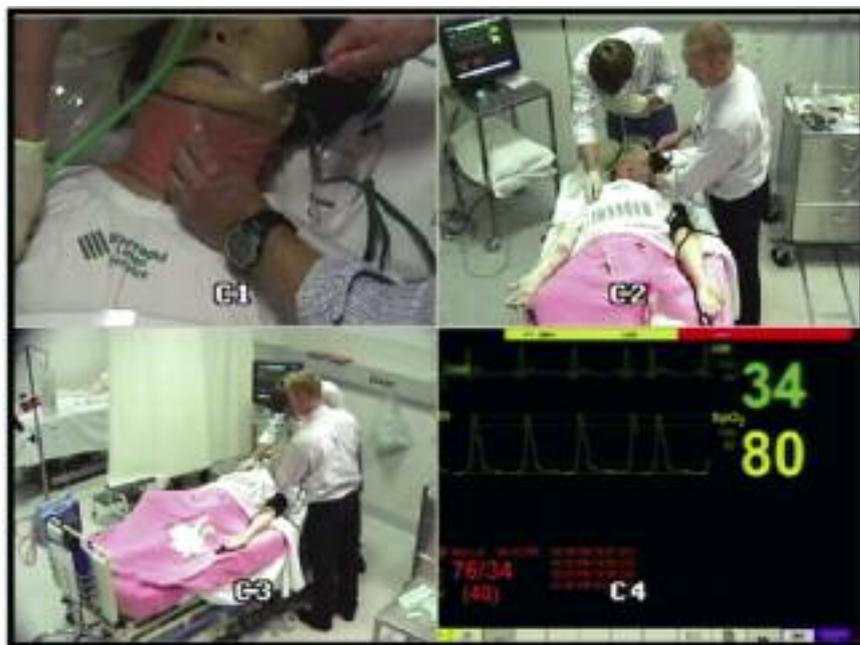
La letteratura ci mostra che anche un altro fattore può influire positivamente sullo sviluppo delle NTS in fase di addestramento. Si tratta del supporto cognitivo che, secondo quanto dimostrato da un gruppo di studiosi australiani, sarebbe un elemento favorente il miglioramento delle NTS. Pertanto due gruppi di medici esperti di emergenza sono stati sottoposti a degli scenari simulati di gestione avanzata delle vie aeree in un paziente non ventilabile e non intubabile. Il gruppo di intervento a differenza del gruppo di controllo, poteva disporre di un supporto cognitivo rappresentato da cartelli indicanti le *flow chart* da seguire per effettuare le manovre avanzate (accesso intraglottico tramite *jet ventilation* o con tecnica aperta - *melker* - Fig. 5). Dai risultati è emerso che in presenza di un supporto cognitivo, gli specialisti del soccorso mostrano migliori NTS, ma non eseguono le skills tecniche più rapidamente. Probabilmente il supporto cognitivo favorisce la comprensione da parte del team degli obiettivi e dei compiti da raggiungere. Inoltre, il supporto cognitivo riduce il carico mentale richiesto per eseguire le varie sequenze, consentendo di concentrarsi maggiormente sul funzionamento e sulle dinamiche del team (15).

Un altro elemento supportivo le NTS è rappresentato dal *debriefing* (*Il debriefing è un incontro in cui vengono riportate informazioni inerenti un'attività importante svolta*). Secondo una revisione della letteratura in materia il debriefing è una strategia educativa efficace nel miglioramento delle conoscenze cliniche e nell'acquisizione di competenze cliniche e non cliniche. Tuttavia, vi sono poche evidenze inerenti l'incidenza sull'outcome del paziente, e gli autori suggeriscono ulteriori studi anche al fine di identificare un sistema strutturato di debriefing ottimale da diffondere nei contesti emergenziali (16).

Preso atto dell'importanza del debriefing, uno studio canadese ha cercato di verificare l'efficacia di due differenti modalità di debriefing, l'auto-debriefing e quello eseguito con la presenza di un istruttore. A tal fine sono stati utilizzati 50 anestesisti in formazione; nello specifico sono stati sottoposti a due scenari simulati di emergenza e

tra i due scenari sono state effettuate delle sessioni di debriefing (nel gruppo di intervento autosomministrato e nel gruppo di controllo guidato da un istruttore esperto). Dall'analisi dei risultati tratti dalla scala ANTS, è emerso che sebbene sia stato riscontrato un netto miglioramento delle performance NTS dal primo al secondo scenario, tale miglioramento non sarebbe legato alla tipologia di debriefing impiegato, che pertanto potrebbe essere utile svolto anche non disponendo di un istruttore dedicato (17).

Nella revisione è stato incluso questo studio scandinavo che, seppur non recentissimo, fornisce dimostrazione, mediante una revisione della letteratura condotta sulle principali banche dati, dell'importanza del trauma team nella gestione delle emergenze ospedaliere. Le evidenze scientifiche mostrano che un trauma team ben organizzato può ridurre i tempi necessari alla rianimazione del paziente, sebbene non sia



**Fig. 5** - Immagine ricavata dalla registrazione video dello scenario simulato di soccorso. Il partecipante (a dx) ha posizionato il supporto cognitivo sul torace del paziente e sta valutando l'efficacia dell'ossigenazione attraverso cricotirotonomia con ago.



Tab. 6 – Composizione tipo di un trauma team.

chiara l'incidenza dello stesso sulla morbilità del paziente dal luogo dell'evento alla dimissione ospedaliera. Il trauma team è solitamente composto da un gruppo multidisciplinare di individui ognuno dei quali procura simultaneamente azioni di valutazione e gestione del paziente traumatizzato, il tutto coordinato da un team leader (Tab. 6).

Al *team leader* vengono richieste, in particolar modo, abilità NTS e di leadership; un buon team leader modifica lo stile di leadership in base al caso clinico ed all'esperienza dei membri del team. Gli studiosi, inoltre, cercano di individuare i principali strumenti utili a monitorizzare, valutare e, conseguentemente, incrementare le performance del trauma team. I principali sistemi di valutazione presenti in letteratura sono rappresentati da:

- **analisi di registrazioni video degli scenari di soccorso effettuati.** Sono particolarmente utili per identificare eventuali errori commessi ed apportare correzioni sia di tipo tecnico che concettuale. I più comuni errori identificati sono correlati alla gestione della pervietà delle vie aeree del paziente (*airways*), alla gestione dell'attività respiratoria (*breathing*), all'ossigenoterapia ed all'esecuzione della valutazione secondaria (*secondary survey*). Ad esempio, nell'ambito dell'intubazione del paziente, vengono riscontrati errori di coordinazione del team ed omissione di alcuni compiti dei membri del team a causa di una scarsa comunicazione.
- **sistemi di simulazione.** I manichini ed i sistemi di simulazione vengono impiegati in maniera crescente in quanto facilitano il raggiungimento di obiettivi educativi nell'ambito della comunicazione, cooperazione e leadership, qualità cruciali nella riani-

### Composition of the Trauma Team

The Core Trauma Team:

Team Leader  
Anaesthetic Assistant  
General Surgeon  
Emergency Room Physician  
Two Nurses. (Three if no anaesthetic assistant)  
Radiographer  
Scribe (Nurse or doctor)

Additional Essential Staff:

Haematologist and Biochemist  
Blood Bank  
Porters

Additional Optional Staff (need identified during primary survey):

Neurosurgeon  
Thoracic Surgeon  
Plastic Surgeon  
Radiologist

mazione del traumatizzato. Generalmente i manichini avanzati vengono utilizzati in parallelo a registrazioni video per consentire una revisione della performance svolta.

- **osservatori esterni.** L'osservazione di terzi può essere selettiva e limitante, non in grado di revisionare la performance complessiva, soprattutto in un contesto in cui viene applicato un modello assistenziale orizzontale. Pertanto tale sistema è più adatto a valutare un solo elemento (ad esempio il leader). Inoltre all'osservatore è richiesta esperienza e conoscenza elevata per poter comprendere al meglio i processi assistenziali nel trauma, nonché disponibile all'atto della chiamata del trauma team.
- **analisi della documentazione clinica.** Questo sistema di valutazione è lento e laborioso. Alcuni fattori chiave sono spesso esclusi dalle anno-

tazioni, portando ad errori (falsi negativi) soprattutto nell'ambito delle performance del team. Inoltre, il contributo dei professionisti che non annotano le attività svolte non può essere valutato. Per queste ragioni la revisione della documentazione clinica identifica solo il 20% degli errori riscontrati nel video.

In definitiva questo studio sottolinea che il trauma team consente una riduzione del tempo necessario alla rianimazione, sia per quanto concerne la diagnosi che per il trattamento definitivo, e riduce inoltre il tasso di patologie misconosciute, e conseguentemente contribuisce alla riduzione della mortalità. Mediante un'attenta attività di audit, la mortalità potrebbe essere ulteriormente ridotta attraverso l'educazione ed introduzione di processi di miglioramento delle dinamiche del team (vedasi NTS), tra le quali appaiono maggiormente efficaci le registrazioni video anche in combinazione con sistemi di simulazione (18).



## Conclusioni

In conclusione possiamo affermare che la qualità e sicurezza dell'assistenza è strettamente dipendente dal successo dell'interazione tra team multidisciplinari, individui, e processi di supporto volti a fornire le giuste risorse umane e materiali nei tempi appropriati. In tale contesto, l'addestramento alle NTS, come la comunicazione, il *team work*, la *leadership*, il *decision making* e la consapevolezza della situazione, ha dato prova in letteratura di migliorare le performance del personale e diversi corsi di addestramento hanno riconosciuto il ruolo delle NTS nel miglioramento della sicurezza del paziente e nel raggiungimento di outcomes clinici positivi. Le NTS sono essenziali come complemento alle skills tecniche, soprattutto in contesti emergenziali. Problematiche di comunicazione e *team work* sono spesso causali di eventi avversi nell'assistenza fornita. Anche la percezione degli operatori è favorente lo sviluppo delle NTS, in presenza di una crescente consapevolezza circa l'influenza positiva esercitata dal *team work* sulla performance clinica e sugli outcomes.

Gli studi esaminati hanno dimostrato che i processi di apprendimento delle NTS dovrebbero essere strutturati in ogni fase del percorso formativo di un professionista sanitario. L'addestramento alle NTS dovrebbe essere parte integrante dei percorsi formativi di base e, successivamente, inserito in ogni contesto assistenziale, in special modo in quelli emergenziali, anche in virtù del fatto che gli errori riscontrati nella pratica clinica sovente non sono legati a scarse abilità cliniche / esperienza professionale, bensì a carenze nelle NTS. Le principali tecniche utilizzate per potenziare le NTS sono rappresentate da:

lezioni frontali, debriefing, supporto cognitivo, scenari di simulazione e revisione di registrazioni video.

Inoltre, nell'ambito delle NTS, è emerso il concetto fondamentale di *leadership* e di *team leader*. Questa figura chiave nei team dell'emergenza non è rappresentata necessariamente dal personale medico. Soprattutto in ambito extraospedaliero infatti è la professione infermieristica a rivestire tale ruolo, ed il possesso di adeguate NTS e di uno stile di *leadership* adatto al contesto è determinante per la corretta gestione dello scenario, del personale di supporto e, in definitiva, per l'esito del soccorso.

Altro elemento chiave emerso dalla revisione è rappresentato dalla necessità di monitorizzare e valutare le NTS. Molti strumenti sono stati infatti sviluppati ed impiegati nei diversi contesti emergenziali (sala operatoria, team di rianimazione, team ostetrici, trauma team, team assistenziali in contesti acuti e nell'ambiente emergenziale intra ed extra-ospedaliero). In tal senso occorre incentrare la ricerca su sistemi maggiormente validati di valutazione delle competenze non tecniche al fine di consentire una rapida ed attendibile identificazione delle eventuali criticità nelle NTS su cui approfondire la formazione del personale.

In ultima analisi si rileva che la complessità ed importanza delle NTS, pur essendo ampiamente riconosciuta, non risulta essere affrontata col giusto rispetto, soprattutto nel contesto italiano. La letteratura in materia appare frammentaria e spesso poco tangibile. Si ritiene che per coltivare ed accrescere le NTS di tutti gli operatori del contesto emergenziale, sia fondamentale procedere innanzitutto con un *self-assessment*, come suggerito da alcuni studi; successivamente, tenendo conto delle carenze emergenti anche dalle percezioni degli

altri *team members*, ideare specifici percorsi formativi e di aggiornamento. Un'assistenza di qualità non può prescindere dalla perfetta sintonia tra skills tecniche e non tecniche soprattutto nel contesto emergenziale caratterizzato da dinamismo, imprevedibilità e forti stressors.

## Limiti

La presente revisione è stata condotta esclusivamente sulla banca dati MEDLINE - PubMed e pertanto è stata limitata notevolmente la mole di letteratura in materia. Si suggerisce pertanto di approfondire la ricerca mediante altre banche dati ed ulteriori studi attingendo eventualmente anche a contenuti scientifici di altri contesti.

Inoltre si rileva la necessità di ideare e sperimentare strumenti validati di valutazione e monitoraggio delle performance nelle NTS di chi presta assistenza in contesti emergenziali, nonché di specifici percorsi formativi volti a valorizzare e mantenere accesi questi skills essenziali per la qualità dell'assistenza erogata, la minimizzazione degli errori e, conseguentemente, il miglioramento degli outcomes dei pazienti. Per quanto concerne gli outcomes si rileva un ulteriore limite rappresentato dalla carenza di studi inerenti l'incidenza dell'operato del team emergenziale e delle NTS sugli esiti clinici del paziente sia in termini di mortalità che di morbidità.

In ultimo, si rileva il limite concernente l'ambito nel quale gli studi in letteratura analizzano le NTS, generalmente ristretto a contesti simulati di emergenza. Si suggerisce di monitorizzare e valutare le NTS nella realtà clinica al fine di ricavare feedback più aderenti al contesto esaminato.



## Bibliografia

1. Nicolaidis M et al.: Developing a novel frame work for non-technical skills learning strategies for unfergraduates: a systematic review, *Annals of Medicine and Surgery* 36 (2018) 29-40.
2. Happel O, Papenfuss T, Kranke P.: Training for real: simulation, team-training and communication to improve trauma management, *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2010 Jun; 45(6): 408-15.
3. Rasmussen K et al.: Training and assessment of non-technical skills in Norwegian helicopter emergency services: a cross-sectional and longitudinal study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and emergency medicine* (2019) 27:1.
4. Federazione Nazionale Ordini Professioni Infermieristiche.: Il codice deontologico degli infermieri dell'ICN. Disponibile da: [http://www.fnopi.it/archivio\\_news/pagine/181/codice%20deontologico%20ICN%202012.pdf](http://www.fnopi.it/archivio_news/pagine/181/codice%20deontologico%20ICN%202012.pdf)
5. Petersen JA.: Early warning score challenges and opportunities in the care of deteriorating patients. *Dan Med J.* 2018 Feb; 65(2).
6. Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breurer G.: Simulation as a training method for the professionalization of teams. *Anesthesiol intensivmed notfallmed schmerzther.* 2018 Jan; 53(1):20-33.
7. Gu Y et al.: The effect of simulator fidelity on acquiring non-technical skills: a randomized non-inferiority trial. *Can J Anaesth.* 2017 Dec; 64 (12):1182-1193.
8. Neuschwander A et al.: Impact of sleep deprivation on anaesthesia residents' non-technical skills: a pilot simulation-based prospective randomized trial. *Br J Anaesth.* 2017 Jul 1; 119(1): 125-131.
9. Letchworth PM, Duffy SP, Phillips D.: Improving non-technical skills (teamwork) in post-partum haemorrhage: a grouped randomised trial. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2017 Oct;217:154-160.
10. Gjæraa K, Møller TP, Østergaard D.: Efficacy of simulation-based trauma team training of non-technical skills. A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014 Aug;58(7):775-87.
11. Goldberg A, Silverman E, Samuelson S, Katz D, Lin HM, Levine A, DeMaria S.: Learning through simulated independent practice leads to better future performance in a simulated crisis than learning through simulated supervised practice. *Br J Anaesth.* 2015 May;114(5):794-800.
12. Hagemann V et al.: Does teaching non-technical skills to medical students improve those skills and simulated patient outcome? *Int J Med Educ.* 2017 Mar 29;8:101-113.
13. Ghazali DA et al.: Randomized controlled trial of multidisciplinary team stress and performance in immersive simulation for management of infant in shock: study protocol. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016 Mar 25;24:36.
14. Verbeek-Van Noord I, de Bruijne MC, Twisk JW, Van Dyck C, Wagner C.: More explicit communication after classroom-based crew resource management training: results of a pragmatic trial. *J Eval Clin Pract.* 2015 Feb;21(1):137-44.
15. Marshall SD, Mehra R.: The effects of a displayed cognitive aid on non-technical skills in a simulated "can't intubate, can't oxygenate" crisis. *Anaesthesia.* 2014 Jul; 69(7): 669-77.
16. Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD.: Debriefing to improve outcomes from critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2013 Sep;39(9):1513-23.
17. Boet S, Bould MD, Bruppacher HR, Desjardins F, Chandra DB, Naik VN.: Looking in the mirror: self-debriefing versus instructor debriefing for simulated crises. *Crit Care Med.* 2011 Jun;39(6):1377-81.
18. Georgiou A, Lockey DJ.: The performance and assessment of hospital trauma teams. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2010, 18:66.

---

### Disclosures:

L'Autore dichiara nessun conflitto di interessi.

Articolo ricevuto il 27.08.2019; rivisto il 28.08.2019; accettato il 18.10.2019.



## REVIEW

# Non-technical skills in emergency settings

Massimiliano Trama \*

**Summary** - *Non-Technical Skills* (NTS) are gaining importance in the medical sector, especially in emergency management. Through NTS, the health professionals have greater ability to adapt to the working environment and therefore improve the quality of care. NTS can be defined as a blend of soft skills through which the healthcare professionals can nurture their own development within a learning organization that adapts to volatile environments. Inspired by its original applications in aviation and air safety, NTS training has grown to embrace multidisciplinary fields, including health care and prevent adverse events caused by human error.

Through a limited review of the literature on this subject in the MedLine database, this article explores the state of the art of NTS and focuses on the tools required to strengthen and enhance those skills.

**Key words:** non-technical skills, training, assessment, emergency, crisis management.

### Key messages:

- Non-Technical Skills (NTS) represent an added value in the medical field, especially in situations of emergency/urgency, as they provide health professionals with a greater ability to adapt to the environment and therefore reduce health errors and improve the quality of care.
- In this article we report the state of the art of NTS with a focus on the instruments required to strengthen and enhance those skills.

## Introduction

In an era where attention to quality of care is at its top, there is an increasing need to train health professionals and enhance their ability to adapt to the environment where care is delivered, particularly in emergency situations.

Non-Technical Skills (NTS) can be defined as a blend of soft skills through which the healthcare professionals can take care of their own development within a learning organization that adapts to volatile environments. Inspired by its original applications in aviation and air safety, NTS training has grown to embrace multidisciplinary fields, inclu-

ding health care and prevent adverse events caused by human error (1).

In recent years, the aspects of NTS such as communication, decision-making dynamics, situation awareness, and teamwork have gained importance in emergency medicine. During complex and critical treatments of severely compromised patients, these factors play an important role in patient safety and process optimisation within multidisciplinary and inter-professional teams, and are a key factor influencing the quality perceived by team members in a given scenario (2).

With a view to a better understanding, a cross-cutting Norwegian study of

the helicopter rescue service has identified the main NTS. The authors have defined NTS as the cognitive and interpersonal skills required to provide safe care and suggested 7 categories of NTS to be monitored and enhanced, namely:

1. Situation awareness;
1. Decision-making;
3. Communication;
4. Team work;
5. Leadership;
6. Stress management;
7. Resistance to fatigue (3).

A systematic review of the literature on the subject has shown a considerable increase in the number of studies since 1980, with a significant increase in 2000

\* Lt., M.D., Head of the Personnel and Safety Section, Medical and Veterinary Headquarters, Via Nomentana 274 - 00162 Rome.  
**Corrispondenza:** e-mail: maxtrama@libero.it



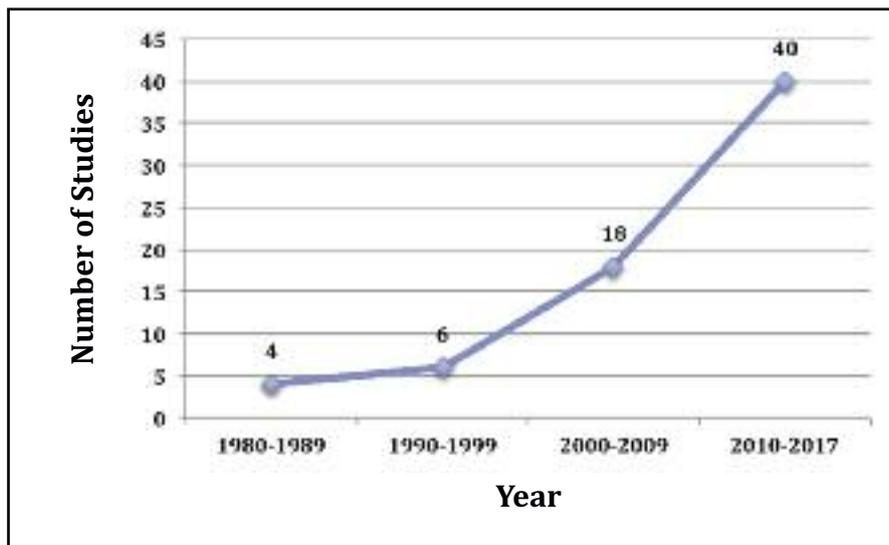
÷ 2009 and 2010 ÷ 2017 (**Picture 1**). The studies have been conducted mostly in the US and Europe. However, in view of the wide scope of the NTS issue and the ensuing difficulty in devising training courses that can meet the training need in full, a gap has been found in the outcomes of universal NTS. For this reason, the authors have identified three NTS outcomes to be monitored in a viable learning model (**Picture 2**). They include:

- NTS knowledge, i.e., understanding of theoretical concepts and principles to define the context of reference and to create the conditions for the follow-up;
- NTS performance, i.e., the skills demonstrated through measurable adaptation to a specific non-technical skill;
- attitude towards NTS, that is, the subjective perception of the usefulness and purpose of a specific NTS and self-reflection on the learning achieved (1).

The analysis of the new version of the Code of Conduct of the International Council of Nurses (ICN) also shows that nurses should:

- set standards for nursing care and create a working environment that promotes quality care;
- set up systems for evaluating professional performance, continuous professional development, and regular renewal of professional qualifications;
- monitor and promote the personal health of nurses, while taking into account their professional proficiency (4).

The care model proposed and shared by the ICN stresses the need to ensure quality of care through structured tools that monitor and enhance skills. In this



**Picture 1** - Studies on NTS interventions from 1980 to date.

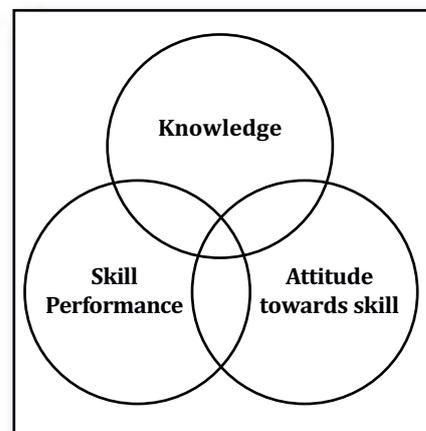
respect, the NTS represents the added value to nursing care.

In literature, the importance of NTS is repeatedly stressed, especially in the context of emergencies. However, we need to understand the state of the art in the field, how NTS are perceived by health professionals, and what people do in health services to monitor and enhance these skills as they provide care.

## Materials and Methods

The research hypothesis adopted to design the research strategy and to answer these questions starts from the idea that there may be no or fragmented knowledge about NTS. Therefore, I researched the online MEDLINE - Pub Med database for: “non-technical skills”, “training”, “assessment”, “emergency”, and “crisis management”.

The search strings have been combined with Boolean operators (AND and OR). Given the wide scope of research in the field of NTS training in emergency situations, we filtered the queries’ results to show the most recent



**Picture 2** - Triad of results of interventions on the NTS.

studies published on the subject. I was interested in clinical trials conducted on human beings and on reviews published in the last 10 years.

## Results

A total of 32 documents from Pub Med resulted from the queries, of which 14 were selected as being relevant to the research question. **Table 1** summarises the articles selected for analysis, a summary of which is given in **Table 2**.



**Table 1 - List of articles selected for review.**

<b>Autore (i)/ anno</b>	<b>Titolo dell'articolo</b>	<b>Rivista</b>
<b>Petersen JA / 2018</b>	Early warning score challenges and opportunities in the care of deteriorating patients.	<i>DAN Med J.</i> 2018 Feb;65(2).
<b>Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breurer G / 2018</b>	Simulation as a training method for the professionalization of teams.	<i>Anaesthesiol intensivmed notfallmed schmerzther.</i> 2018 Jan; 53(1):20-33.
<b>Gu Y et al. / 2017</b>	The effect of simulator fidelity on acquiring non-technical skills: a randomized non-inferiority trial.	<i>Can J Anaesth.</i> 2017 Dec; 64(12): 1182-1193.
<b>Neuschwander A / 2017</b>	Impact of sleep deprivation on anaesthesia residents' non-technical skills: a pilot simulation-based prospective randomized trial.	<i>Br J Anaesth.</i> 2017 Jul 1; 119(1): 125-131.
<b>Letchworth PM, Duffy SP, Phillips D / 2017</b>	Improving non-technical skills (teamwork) in post-partum haemorrhage: a grouped randomised trial.	<i>Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.</i> 2017 Oct; 217:154-160.
<b>Hagemann V et al. / 2017</b>	Does teaching non-technical skills to medical students improve those skills and simulated patient outcome?	<i>Int J Med Educ.</i> 2017 Mar 29;8:101-113.
<b>Ghazali DA et al. / 2016</b>	Randomized controlled trial of multidisciplinary team stress and performance in immersive simulation for management of infant in shock: study protocol.	<i>Scand J Trauma Resusc Emerg Med.</i> 2016 Mar 25;24:36.
<b>Goldberg A, Silverman E, Samuelson S, Katz D, Lin HM, Levine A, DeMaria S / 2015</b>	Learning through simulated independent practice leads to better future performance in a simulated crisis than learning through simulated supervised practice.	<i>Br J Anaesth.</i> 2015 May; 114(5):794-800.
<b>Verbeek-van Noord I, de Bruijne MC, Twisk JW, van Dyck C, Wagner C / 2015</b>	More explicit communication after classroom-based crew resource management training: results of a pragmatic trial.	<i>J Eval Clin Pract.</i> 2015 Feb;21(1):137-44.
<b>Marshall SD, Mehra R / 2014</b>	The effects of a displayed cognitive aid on non-technical skills in a simulated 'can't intubate, can't oxygenate' crisis.	<i>Anaesthesia.</i> 2014 Jul;69(7):669-77.
<b>Gjeraa K, Møller TP, Østergaard D / 2014</b>	Efficacy of simulation-based trauma team training of non-technical skills. A systematic review.	<i>Acta Anaesthesiol Scand.</i> 2014 Aug; 58(7): 775-87.
<b>Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD / 2013</b>	Debriefing to improve outcomes from critical illness: a systematic review and meta-analysis.	<i>Intensive Care Med.</i> 2013 Sep;39(9):1513-23.
<b>Boet S, Bould MD, Bruppacher HR, Desjardins F, Chandra DB, Naik VN / 2011</b>	Looking in the mirror: self-debriefing versus instructor debriefing for simulated crises.	<i>Crit Care Med.</i> 2011 Jun;39(6):1377-81.
<b>Georgiou A, Lockey DJ / 2010</b>	The performance and assessment of hospital trauma teams.	<i>Scand J Trauma Resusc Emerg Med</i> 2010 Dec 13; 18:66.



**Table 2 - Summary grid of articles included in the revision. Table 3 - Early Warning Score.**

<b>Autore (i)/ anno</b>	<b>Metodologia di ricerca</b>	<b>Campione</b>	<b>Strumenti di raccolta dati</b>
<b>Petersen JA. 2018</b>	Studio osservazionale	144 casi clinici ed infermieri di U.O. chirurgica e breve osservazione di un Ospedale di Copenhagen.	Revisione dei casi clinici ed interviste in focus group semi-strutturati.
<b>Flentje M, Eismann H, Sieg L, Friedrich L, Breurer G. 2018</b>	Revisione letteratura.	///	///
<b>Gu Y et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	36 medici specializzandi.	Pre e post-test OGRS (Ottawa global rating scale) somministrati nell'ambito della conduzione di scenari clinici mediante strumenti di simulazione a bassa ed alta fedeltà.
<b>Neuschwander A. et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	20 anestesisti	Test ANTS (anaesthetists' non-technical skills) somministrato nell'ambito di uno scenario simulato di gestione di un evento critico in sala operatoria.
<b>Letchworth PM, Duffy SP, Phillips D. 2017</b>	Trial randomizzato	38 team multidisciplinari di ostetricia	Le NTS nella gestione di uno scenario simulato di emorragia post-parto sono state valutate attraverso il Global Assessment of Obstetric Team Performance (GAOTP) e la Clinical Teamwork Scale (CTS).
<b>Hagemann V et al.. 2017</b>	Trial randomizzato	77 studenti al 4 <sup>a</sup> anno di medicina.	Comportamenti inerenti le NTS valutati nel corso di 2 scenari clinici simulati. Un gruppo è stato sottoposto ad un seminario sulle NTS ed il gruppo di controllo ad un seminario in ambito sanitario generico.
<b>Ghazali DA et al. 2016</b>	Studio di un protocollo	48 operatori del soccorso preospedaliero (personale medico, infermieristico e di supporto) distribuiti in 12 team multidisciplinari.	Il protocollo oggetto di studio ipotizza che 6 team vengano sottoposti a 9 simulazioni di soccorso nell'arco di 1 anno e 6 team a 3 simulazioni nel medesimo periodo; nel corso delle simulazioni verrebbero monitorizzati i livelli di stress secondo tre criteri: biologico, elettrofisiologico e psicologico; gli strumenti di monitoraggio previsti sono il TAPAS, la scala di valutazione della performance nell'accesso IO, il BAT ed il CTS.
<b>Goldberg A, Silverman E, Samuelson S, Katz D, Lin HM, Levine A, DeMaria S. 2015</b>	Trial randomizzato	24 medici specializzandi.	Dei 24 medici, 12 vengono sottoposti a scenari simulati di gestione di una contaminazione in maniera indipendente e 12 ai medesimi scenari sotto la supervisione di un anestesista. A 6 mesi i gruppi vengono sottoposti ad un differente scenario e vengono monitorizzate le NTS attraverso l'ANTS, il tempo di diagnosi e di trattamento.
<b>Verbeek-van Noord I, de Bruijne MC, Twisk JW, van Dyck C, Wagner C. 2015</b>	Studio osservazionale	Personale medico ed infermieristico di 4 Dipartimenti di emergenza.	Attraverso l'Explicit Professional Oral Communication (EPOC) sono state osservate le NTS del personale coinvolto dopo esser stato sottoposto al Crew Resource Management (CRW) per un periodo di 2 giorni.
<b>Marshall SD, Mehra R. 2014</b>	Trial randomizzato	64 medici esperti di anestesia e rianimazione	Attraverso l'Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS) sono state osservate le NTS di due gruppi di esperti, uno con il supporto cognitivo ed il gruppo di controllo senza, durante la gestione di uno scenario simulato di emergenza nella gestione delle vie aeree.
<b>Gjæraa K, Møller TP, Østergaard D. 2014</b>	Revisione della letteratura	13 studi inclusi.	Ricerca della letteratura sulle banche dati PubMed, EMBASE e Cochrane in materia di addestramento sulle NTS per i trauma team attraverso strumenti di simulazione
<b>Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD. 2013</b>	Revisione della letteratura	2720 studi identificati e 20 inclusi	Revisione della letteratura in materia di efficacia del debriefing per il miglioramento dell'outcome del paziente che ha sviluppato un'emergenza.
<b>Boet S, Bould MD, Bruppacher HR, Desjardins F, Chandra DB, Naik VN</b>	Studio prospettico randomizzato controllato	50 anestesisti	Dopo esser stati istruiti circa le NTS ed aver svolto uno scenario simulato di emergenza anestesiologicala, un gruppo ha svolto un self-debriefing ed il gruppo di controllo un debriefing guidato da un istruttore. Successivamente il campione ha svolto un secondo scenario. In ogni caso è stato utilizzato l'ANTS come strumento di valutazione delle NTS.
<b>Georgiou A, Lockey DJ. 2010</b>	Revisione della letteratura.		Consultaione delle banche dati Pub Med, Ovid, Athens e Cochrane



## Risultati e Conclusioni

**RISULTATI:** soltanto nell'8% dei casi clinici analizzati era stato applicato rigorosamente l'Early Warning Score (EWS), non è stato garantito il monitoraggio parametri nell'81% dei casi, non c'è stata comunicazione circa i parametri dei pazienti nel 42% dei casi ed il team dell'emergenza (MET) / medici esperti sono stati allertati impropriamente nel 52% dei casi. Le principali cause sono da ricondurre a carenza di tempo e di personale. E' stata rilevata anche paura di richiami e carenza di NTS nel MET quali cause di una riluttanza alla richiesta di supporto.

**CONCLUSIONI:** la violazione dell'algoritmo di protocollo è stata riscontrata quale fonte principale di eventi avversi nei reparti osservati.

**RISULTATI:** lo studio mostra che un ambiente lavorativo realistico richiede un buon addestramento del personale attraverso l'utilizzo di tecnologie di simulazione e comunicazione. La simulazione prevede la supervisione di un tutor che accompagna il team soprattutto nella fase di de briefing.

**CONCLUSIONI:** il presente studio ha evidenziato i benefici derivanti dall'addestramento con simulazione in termini di riduzione di eventi avversi, miglioramento dell'outcome nella rianimazione e del clima nel team.

**RISULTATI:** dalla raccolta ed analisi dei dati non sono emerse differenze significative di punteggio nella OGRS tra il gruppo che ha utilizzato simulatori ad alta fedeltà (HFS) rispetto al gruppo sottoposto a simulatori a bassa fedeltà (LFS) ( $P=0.33$ ). Sono stati riscontrati miglioramenti significativi tra le performance nei pre-test rispetto al post-test OGRS ( $P=0.003$ ).

**CONCLUSIONI:** lo studio suggerisce che i simulatori a bassa fedeltà non sono inferiori ai più costosi simulatori ad alta fedeltà in termini di maggior apprendimento delle NTS negli specializzandi.

**RISULTATI:** le NTS sono risultate nettamente inferiori nel gruppo di anestesisti smontanti dal turno notturno (ANTS score = 12.2) rispetto al gruppo di controllo (ANTS = 14.5,  $P<0.02$ ); sono state rilevate particolari carenze nell'ambito del lavoro di gruppo.

**CONCLUSIONI:** in questo studio pilota randomizzato, la privazione del sonno è stata associata a scarse NTS nel gruppo di anestesisti coinvolti.

**RISULTATI:** nel gruppo di intervento, che disponeva di una piattaforma digitale mobile di supporto decisionale, il team-work è risultato migliore (CTS in media 25% superiore e GAOTP 22% superiore) rispetto al gruppo di controllo.

**CONCLUSIONI:** è stato riportato un sistema di supporto decisionale che ha migliorato le NTS nella gestione di una emorragia post-parto. La carenza di team-work è spesso citata quale causa di insuccessi nell'assistenza e gli studiosi suggeriscono una tecnologia fruibile che favorisce il team-work durante l'emergenza.

**RISULTATI:** le NTS inerenti la consapevolezza della situazione ( $p<0.1$ ,  $r=0.5$ ) e team-work ( $p<0.1$ ,  $r=0.5$ ) sono migliorate tra il primo e secondo scenario nel gruppo sottoposto a seminari sulle NTS. Il decision making è migliorato in entrambi i gruppi (NTS:  $p<0.1$ ,  $r=0.39$ ; controllo:  $p<0.1$ ,  $r=0.46$ ). L'attitudine alla gestione degli errori è migliorata in maniera significativa nel gruppo NTS ( $p<0.05$ ,  $r=0.34$ ). Lo stress percepito si è ridotto in entrambi i gruppi, mentre gli out come dei pazienti non hanno mostrato differenze significative nei due gruppi.

**CONCLUSIONI:** lo studio evidenzia l'efficacia di un singolo seminario sulle NTS al fine del miglioramento delle NTS degli studenti. Suggerisce inoltre una formazione in tema più strutturata anche attraverso esercitazioni pratiche.

**RISULTATI:** lo studio ipotizza che in confronto a 3 simulazioni nel corso di 1 anno, 9 simulazioni abbiano un miglior effetto sulle skills cliniche e non cliniche del team multidisciplinare e consentirebbe altresì una riduzione dei livelli di stress.

**CONCLUSIONI:** lo studio suggerisce un innovativo progetto di ricerca che prevede un trial randomizzato volto a monitorizzare durante la ripetizione di sessioni di simulazione le performance cliniche e lo stress, osservati dal punto di vista oggettivo e soggettivo. Gli studiosi si aspettano che lo stress incida negativamente sulle performance e che quest'ultime possano beneficiare di ripetute simulazioni.

**RISULTATI:** il 67% degli specializzandi facenti parte il gruppo indipendente ha mostrato un'appropriata gestione del secondo scenario a 6 mesi, a differenza del solo 17% del gruppo sottoposto a supervisione. Il gruppo indipendente ha evidenziato anche migliori punteggi nell'ANTS (42.3 vs 31.3,  $P=0.015$ ). Nessuna differenza significativa nella gestione del tempo.

**CONCLUSIONI:** consentire agli specializzandi di esercitarsi in maniera autonoma nel laboratorio di simulazione, e conseguentemente, consentire loro di sbagliare, rappresenta un punto favorevole l'apprendimento nel contesto di simulazione.

**RISULTATI:** l'analisi dei dati raccolti ha rivelato un aumento statisticamente significativo, dopo l'addestramento, dell'interazione umana ( $=0.27$ , 95% CI 0.08-0.49) e del punteggio EPOC complessivo ( $=0.25$ , 95% CI 0.06-0.43). pertanto approssimativamente è stato rilevato un aumento del 25% della comunicazione esplicita adottata dal campione successivamente all'addestramento CRM.

**CONCLUSIONI:** gli autori hanno riscontrato un aumento delle skills CRM in seguito all'attività di addestramento svolta in aula. Questo studio pertanto conferma le evidenze scientifiche circa il potenziale dell'addestramento CRM nell'incrementare la sicurezza dei pazienti mediante la riduzione delle dispersioni di comunicazione che riveste un ruolo importante nella gestione degli eventi avversi correlati all'assistenza.

**RISULTATI:** il campione oggetto di studio ha evidenziato uno score maggiore nell'ANTS se supportato cognitivamente con poster o algoritmi (media (SD) total ANTS score 10.4 (3.1) vs. 13.2 (2.4),  $p<0.001$ ). inoltre è emerso che il campione provvisto di supporto cognitivo aveva una maggiore tendenza ad adottare un presidio sovraglottico per la gestione delle vie aeree nei primi 3 minuti (gruppo di controllo 55.3% vs. intervento 76.9%,  $p=0.076$ ).

**CONCLUSIONI:** lo studio ha dimostrato un miglioramento delle NTS in presenza di un supporto cognitivo durante la gestione di un'emergenza delle vie aeree del paziente.

**RISULTATI:** i trauma team multiprofessionali mostrano un miglioramento nelle NTS mediante un addestramento basato sulle simulazioni. In particolare sono state riscontrati miglioramenti nelle conoscenze e competenze. Tre studi hanno evidenziato miglioramenti nelle performance del team (comportamento). 2 studi che hanno valutato gli esiti dell'addestramento in termini di esiti clinici sul paziente non hanno rilevato miglioramenti sul piano della mortalità e morbilità.

**CONCLUSIONI:** sebbene sia stata riscontrata la necessità di ulteriori studi randomizzati tesi a verificare l'incidenza dell'addestramento sull'outcome dei pazienti, la revisione della letteratura ha rilevato l'efficacia dell'addestramento alle NTS con sistemi di simulazione per il miglioramento delle conoscenze, competenze e performance complessive del trauma team multi professionale.

**RISULTATI:** dagli studi analizzati è emerso che il debriefing viene visto positivamente, migliora l'apprendimento, migliora le performance nelle skills tecniche e non tecniche. Tuttavia ci sono poche evidenze circa l'influenza positiva del debriefing sull'outcome del paziente.

**CONCLUSIONI:** la revisione supporta l'impiego di un debriefing strutturato come strategia educativa per il miglioramento di conoscenze e competenze. Risultano necessari ulteriori studi per definire un metodo ottimale di debriefing ed il suo effetto sull'esito del paziente.

**RISULTATI:** dopo aver raccolto i dati, due esperti hanno valutato le performance attraverso i video dei 2 scenari e la scala ANTS. Le performance sono significativamente migliorate dal primo al secondo scenario ( $p<0.01$ ) a prescindere dal tipo di debriefing svolto.

**CONCLUSIONI:** lo studio ha dimostrato che l'addestramento incrementa le NTS, ed è significativo notare che l'incremento nelle performance non è correlato al tipo di debriefing svolto, auto somministrato o guidato da un istruttore.

**RISULTATI:** la revisione sottolinea l'importanza del trauma team nella gestione delle emergenze ospedaliere. Inoltre indaga e rileva gli strumenti più efficaci per la valutazione delle performance del team nella gestione dello scenario di soccorso; i principali strumenti utilizzati sono la registrazione video e successiva analisi dell'operato, i simulatori, l'utilizzo di osservatori esterni, la revisione della documentazione clinica.

**CONCLUSIONI:** la revisione rimarca che per ridurre la mortalità dei pazienti è necessario disporre di un programma di sviluppo delle performance del trauma team e che gli strumenti più affidabili per valutare le performance sono rappresentati dalla revisione delle registrazioni video del soccorso e dall'utilizzo di simulatori.



## Discussion

The first study was conducted in Denmark and represents an excellent example of the application of NTS to hospital emergencies. According to it, in the hospital being studied, not only a poor and incomplete application of an early warning scale (**Table 3 - The EWS is an widely used international indicator to identify early conditions of emergency / urgency based 6 physiological parameters, namely respiratory rate, oxygen saturation, body temperature, systolic blood pressure, heart rate, and state of consciousness. Each parameter is measured and aggregated to the others. The score reflects the variation of the parameters from physiological values. The parameters with absolute values of 3 or a sum of parameters  $\geq 5$  rings a bell**) has been observed, but NTS are lacking especially in the Medical Emergency Team (MET) to the point of determining the rejection of requests for support by the nurses in the units (5).

The literature review conducted by German authors, on the other hand, highlighted the importance of training to

develop these skills and to improve the dynamics within the emergency team. In particular, the post-exercise phase is crucial, for through debriefing and the supervision of a tutor, methods are suggested – such as guided team self-correction, advocacy-inquiry, Team-GAINS – that can bring out the team's consideration during the simulation scenarios. Well-structured training would therefore lead to improvements in both patient outcomes and team climate (6).

Just like other skills, simulation technologies are increasingly gaining ground within the NTS learning process. While high-end simulators can replicate real environments very well and keep personnel safe, they come at a very high cost, which raises doubts about their cost-effectiveness ratio. Since there is no scientific evidence on the effectiveness of simulation tools as to NTS improvement, a Canadian study tried to assess it by training two groups with high-end and low-end simulators. According to the trial, low-end simulators are as effective as high-end ones. Another key concept

concerns the significant improvements of the Ottawa global rating scale used (**Table 4**) in the pre-test and post-test stages, which confirmed the importance of simulation, and more generally of training, for the development of NTS (7).

An interesting British study has shown how sleep deprivation can affect NTS. To this end, two groups of anaesthetists, one dismounting from the night shift and the other used for control purposes, have been engaged in simulated scenarios to manage critical events in the OR through a high-fidelity dummy patient, notably the SIM man 3G, Laerdal. The three-phase simulation included the briefing, the actual scenario, and the debriefing; audio and video recordings were made in all phases and NTS were evaluated by two senior anaesthetists who were unaware of the composition of the groups. The simulated scenario consisted of a patient under general anaesthesia with acute peritonitis, complicated by anaphylactic shock secondary to the administration of succinylcholine (**Picture 3**). Data from the observation of NTS show that performance in the ANTS fields (**Table 5**) in the sleep-deprived group is significantly worse than those shown in the control group. Deficiency in NTS would be associated with poor teamwork, increased drowsiness, and reduced confidence in clinical skills (8).

Also in the field of simulation as a training methodology for NTS, some scholars have demonstrated the effectiveness of a simple technology to support the decision-making processes of the MET. More specifically, a mobile digital platform was tested and made available to 14 multidisciplinary obstetric teams to manage a simulated post-partum haemorrhage scenario. The team performance was compared with 14 control teams. The results of this random-

Tab. 3 – Early Warning Score.

Physiological Parameters	3	2	1	0	1	2	3
Respiration Rate (BPM)	8		9-11	12-20		21-24	25
Oxygen Saturations (%)	91	92-93	94-95	96			
Any Supplemental Oxygen		Yes		No			
Temperature (°C)	35		35.1-36.0	38.1-39.0	39.1		
Systolic Blood Pressure (mmHg)	90	19-100	101-110	111-219		220	
Heart Rate (BPM)	40		41-50	51-90	91-110	111-130	131
Level of Consciousness			A		V, P or U		



**Table 4 - Ottawa Global Rating Scale.**

Ottawa Global Rating Scale Categories *
Overall Performance
<b>Subcategories<sup>^</sup></b>
I. Leadership Skills
II. Problem Solving Skills
III. Situational Awareness Skills
IV. Resource Utilization Skills
V. Communication Skills
* All categories scored on a 7 point scale
<sup>^</sup> Composite score in the mean score of the 5 subcategories

mized trial showed that the team offered a better performance in the NTS than the control group not equipped with supporting technology (9).

Even in a wider context, such as trauma-related interventions by multidisciplinary teams, it is widely recognised that simulation systems are very important for the development of NTS. A review of the relevant literature has described and compared training with the evaluation of the effects based on Kirkpatrick's 4 levels, namely reaction, learning (i.e., knowledge, skills, attitudes), behaviour in the clinical context, and patient's outcome. It emerged that the training trauma teams with simulation systems definitely increases the skills and knowledge of NTS by the team members. The team's behaviour would also benefit from it, while there is no evidence of the impact of training on the patient's outcome (10).

Learning NTS would be facilitated not only by training in simulated emergency scenarios, but by the trainee's independent management of the very scenarios. This is what a British study has demonstrated by comparing the performance of two groups of resident doctors dealing



**Picture 3** - Clinical scenario: BP, blood pressure; EtCO<sub>2</sub> concentration of fine exhalation of carbon dioxide; GCS, Glasgow Coma Scale; HR, Heart Rate; RR, Respiratory Rate; SpO<sub>2</sub>, peripheral oxygen saturation.

**Table 5 - Registration and evaluation system of the ANTS; 4 = good; 3 = acceptable; 2 = marginal; 1 = deficient.**

Category	Element
Task management	Planning and preparing
	Prioritizing
	Providing and using resources
Team working	Coordinating activities with team members
	Exchanging information
	Using authority and assertiveness
	Assessing capabilities
	Supporting others
Situation awareness	Gathering information
	Recognizing and understanding
	Anticipating
Decision making	Identifying options
	Balancing risks and selecting options
	Re-evaluating

with two rescue scenarios at 6-month interval. Interestingly, the group that managed the scenario on its own has performed better – also from the point of view of the NTS – than those who have

operated under the supervision of an experienced doctor. From this point of view, according to the authors, allowing the trainees to make mistakes would also have its benefits (11).



Raising the awareness of the NTS issue among the staff since the basic training course is very important to improve its skills. These are the conclusions of a German study that involved two groups of medicine school students in their fourth year. The proposed intervention involved two emergency scenarios for each of the two groups with two different seminars in between. The intervention group attended a specific seminar on NTS, while the control group attended a seminar on general health issues, specifically mass casualty incidents. The performance of the two groups highlighted the effectiveness of a simple seminar on NTS for the improvement of the latter. A stronger improvement was observed in the former group, especially in terms of team-work and error management. It is remarkable to note that this improvement was achieved through a frontal lesson, which has certainly less influence, from the andragogic standpoint, than simulated practice (12).

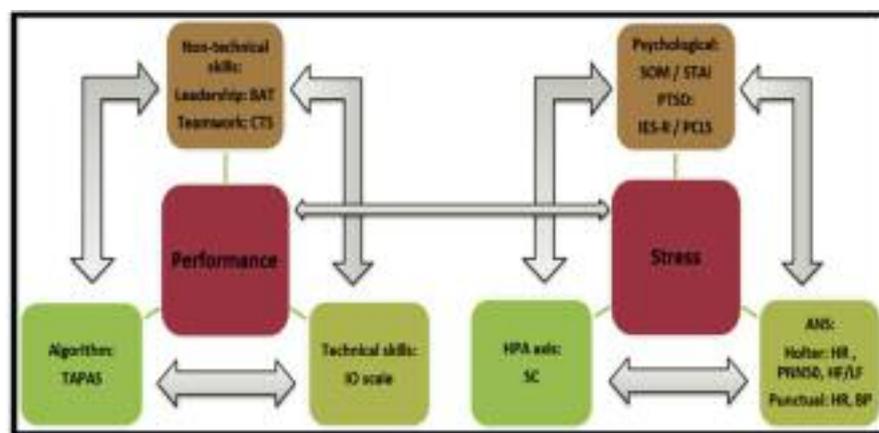
An interesting Scandinavian study proposed a training programme to demonstrate the impact of stress on clinical and non-clinical performance of a multidisciplinary emergency team. More specifically, the scholars suggested that training for the emergency management of repeated simulation scenarios would generate a better response to stress-induced factors and a better performance of operators. To this end, a randomized trial was proposed in which six multidisciplinary teams were trained to manage a paediatric shock in nine sessions spanning across one year. The control group was composed of six additional teams and was trained using three sessions only. In order to monitor the stress levels, three criteria were taken into account, notably biological, electro-physiological, and psycholo-

gical. **Picture 4** shows that multiple connections with performance and stress assessment indicators/scales – such as the TAPAS scale or the CTS scale – are potentially triggered, thus proving a close interdependence between the factors being studied (13).

A Dutch study conducted in 2015 highlighted the importance of training in the development of NTS, particularly through a tool already suggested by several experts in the field. Reference is to the Aviation-based crew resource management (CRM). For the purposes of the study, the CRM was applied to a sample of medical and nursing staff from four Emergency Departments. During the training activity, and after it was completed, the sample was monitored through Explicit Professional Oral Communication (EPOC) with a focus on three aspects: human interaction, anticipation on environment, and overall EPOC score. The only aspect with no signifi-

cant improvements was the anticipation on the environment. Overall, however, the study strengthened the literature's assessment of the effectiveness of CRM training in staff NTS development, also with a view to improving patient safety (14).

The literature shows that cognitive support is another factor with positive influence on the development of NTS in the training phase. According to a group of Australian scholars, it would be one of the factors that improves NTS. Two groups of emergency medical experts underwent simulated advanced airway management scenarios where the patient cannot be ventilated nor intubated. Unlike the control group, the intervention group had cognitive support through flow charts suggesting advanced manoeuvres such as intra-glottis access through jet ventilation or with (Melker) open technique (**Picture 5**). The results showed that, by means of cognitive support, the



**Picture 4** – The components of intervention and potential correlations. ANS: Autonomic Nervous System; BAT: Behavioral Assessment Tool; BP: Blood Pressure; CTS: Clinical Teamwork Scale; HPA: Hypothalamic Pituitary Adrenal stress axis; HF/LF: high frequency / low frequency ratio; HR: Heart Rate; IES-R: Impact of Event Scale-Revised; IO: intra-osseous; PCLS: Post-Traumatic Check-List Scale; PNN50: proportion of successive NN that differ by more than 50 ms divided by total number of NN; PTSD: post-traumatic stress disorder; SC: salivary cortisol; SOM: Stress-O-Meter; STAI: State Trait Anxiety Inventory; TAPAS: Team Average Performance Assessment Scale.



emergency specialists have shown better NTS, but their technical skills were not used more quickly. It is likely that the cognitive support helped the team understand the objectives and tasks to be achieved. In addition, the cognitive support reduced the cognitive load required to perform the tasks and let the team members focus on the team functioning and dynamics (15).

Another element to support NTS is the debriefing phase, i.e., a meeting in which information about an important activity carried out is exchanged. According to a literature review, debriefing is an effective educational strategy for improving clinical knowledge and acquiring clinical and non-clinical skills. However, there is little evidence of the impact on the patient's outcomes, and the authors suggest further studies should be carried out also to identify a structured and optimal debriefing model to be shared with emergency units (16).

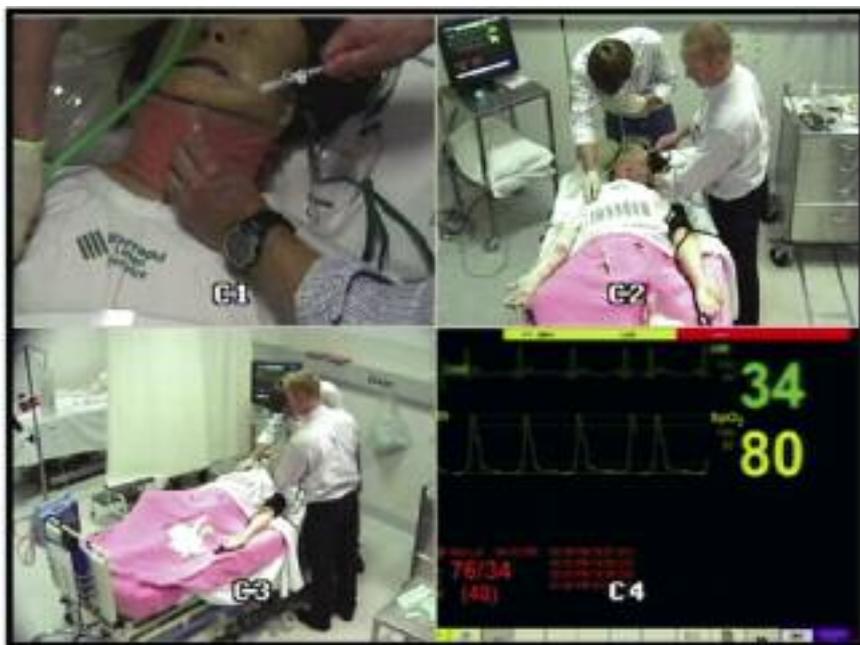
While acknowledging the importance of debriefing, a Canadian study tried to verify the effectiveness of two different debriefing methods, notably self-debriefing and instructor debriefing. To this end, 50 anaesthetists in training were asked to participate in two simulated emergency scenarios. The debriefing sessions were carried out between the two scenarios for both the intervention group using self-debriefing and the control group led by an expert instructor. The analysis of results taken from the ANTS scale show that, although there was a clear improvement in NTS performance between the first and the second scenario, such improvement seems to have no links to the adopted debriefing model, which could therefore be carried out even without a dedicated instructor and still be useful (17).

This Scandinavian study was included in the review. Although not a recent study and based on a review of the

literature conducted on the main databases, it provides evidence of the importance of the trauma team in the management of hospital emergencies. Scientific evidence shows that a well-organized trauma team can reduce the time needed to resuscitate the patient, although it is not clear how this will affect the patient's morbidity from the site of the event to hospital discharge. The trauma team is usually composed of a multidisciplinary group of individuals each of whom simultaneously provides evaluation of and interventions on the traumatised patient through coordination by the team leader (Table 6).

NTS and leadership skills are particularly required in team leaders; a good team leader adapts his/her leadership style based on the clinical case and the experience of the team members. The scholars also tried to focus on the main tools that can be used to monitor, evaluate, and therefore increase the performance of the trauma team. The main evaluation systems suggested in the literature are:

- Analysis of video recordings of emergency scenarios. These are particularly useful to identify possible errors and implement technical and conceptual corrections. The most common errors relate to the management of the patient's airways, breathing, oxygen therapy, and the execution of secondary survey. For example, in the context of patient intubation, team coordination errors have been observed, while some team members did not undertake the full span of their tasks due to poor communication.
- Simulation systems. Dummies and simulation systems are increasingly used as they facilitate the achievement of educational goals in the field of communication, cooperation, and



**Picture 5** - Image taken from the video recording of the simulated rescue scenario. The participant (right) has placed the cognitive support on the patient's chest and is evaluating the effectiveness of oxygenation through needle-based cricothyrotomy.



**Table 6 - Typical composition of a trauma team.**

<b>Composition of the Trauma Team</b>
The Core Trauma Team: Team Leader Anaesthetic Assistant General Surgeon Emergency Room Physician Two Nurses. (Three if no anaesthetic assistant) Radiographer Scribe (Nurse or doctor)
Additional Essential Staff: Haematologist and Biochemist Blood Bank Porters
Additional Optional Staff (need identified during primary survey): Neurosurgeon Thoracic Surgeon Plastic Surgeon Radiologist

leadership, which are crucial qualities in the resuscitation of traumatized patients. Advanced dummies are generally used in parallel with video recordings for post-intervention review.

- External observers. The observation of third parties can be selective and limiting, may not review the overall performance, especially when a horizontal welfare model is used. Therefore, such a system is better suited to evaluate only one team member – e.g. the leader. In addition, the observer is required to be highly experienced and knowledgeable to better understand the processes adopted in trauma interventions. (S)He should also be available the trauma team is called to operate.
- Analysis of clinical documentation. This evaluation system is slow and wearisome. Some key factors are often excluded from annotations, thus leading to errors (false negatives), especially in terms of team performance. Moreover, the contribution of professionals who do not take note of the activities carried out cannot be assessed. For these reasons, the review of the clinical documentation identifies only 20% of the errors found in the video.

Ultimately, this study emphasizes that the trauma team allows a reduction in the time needed for resuscitation, both in terms of diagnosis and final treatment, and also reduces the rate of unrecognized diseases, and consequently contributes to the reduction of mortality. Through careful auditing, mortality could be further reduced through education and the introduction of processes to improve team dynamics (see NTS), among which video recordings – also in combination with simulation systems – appear more effective (18).

### Conclusion

In conclusion, we can say that the quality and safety of care is closely dependent on the success of the interaction between multidisciplinary teams, individuals, and support processes aimed at providing the right human and material resources at the right time. In this context, the literature review suggests that NTS training, such as communication, team work, leadership, decision making and situation awareness, improves staff performance; several training courses have recognised the role of NTS in improving patient safety and achieving positive clinical outcomes. NTS are essential as a complement to technical skills, especially in emergency situations. Communication problems and team work are often the cause of adverse events in the assistance provided. The perception of operators is also conducive to the development of

NTS, due to the growing awareness of the positive influence of team work on clinical performance and outcomes.

The reviewed studies showed that the NTS learning processes should be part of every stage of a healthcare professional's training. NTS training should be an integral part of basic training and, subsequently, be included in any health care scenario, especially emergency ones, also because the errors found in clinical practice are often not related to poor clinical skills or professional experience, but to shortcomings in NTS. The main techniques used to enhance NTS are frontal lessons, debriefing, cognitive support, simulation scenarios, and review of video recordings.

In addition, the fundamental concept of leadership and the issue of team leaders have emerged within the NTS. This key figure in emergency teams is not necessarily represented by the medical staff. Especially in the non-hospital area,



in fact, it is the nursing profession that plays this role, and possessing adequate NTS and a leadership style suited to the context is crucial to manage the scenario properly, the support staff and, ultimately, for the outcome of the intervention.

Another key element that emerged from the review was the need to monitor and evaluate NTS. Many tools have been developed and used in different emergency contexts, such as OR, resuscitation team, obstetric team, trauma team, care team in acute contexts and in the emergency environment inside and outside the hospital. We believe it is necessary to focus research on a more validated systems for the evaluation of non-technical skills to identify any NTS-related critical issues quickly and reliably to deliver in-depth training to the staff.

Last, but not least, we noted that the complexity and importance of NTS, although widely recognized, seems not to be properly addressed, especially in the Italian landscape. The literature on the subject appears fragmentary and often not very concrete. We believe that, in order to stimulate and increase NTS for all emergency operators, we need to have a self-assessment first, as suggested by

some studies. Then, based on the shortcomings that emerge from the perceptions of other team members, we should devise specific training and refresher courses. Quality assistance cannot ignore the perfect harmony that is required between technical and non-technical skills, especially in an emergency context characterised by dynamism, unpredictability, and severe stressors.

### Limits

This review has been carried out exclusively on the MEDLINE - PubMed database and therefore the amount of literature on the subject was considerably limited. Further research can be made through other databases and review of further studies, possibly also drawing on scientific content from other contexts.

Moreover, there is a need to design and test validated tools for assessing and monitoring the performance in the NTS of health care operators in emergency contexts, as well as specific training courses aimed to enhance and maintain these skills. The latter are key to the

quality of care provided, to minimise errors and therefore to improve the patient outcomes. As far as outcomes are concerned, there is a further limitation due to the lack of studies about the incidence of the work of emergency teams and NTS on the patients' clinical outcomes, i.e., mortality and morbidity.

Finally, there is the limit concerning the scope of analysis of NTS, which generally restricted to simulated emergency contexts. Monitoring and evaluating NTS in real clinical cases is suggested in order to obtain more relevant feedback.

### Disclosures:

The Author declares that he has no relationships relevant to the contents of this paper to Disclose.

Manuscript received August 27, 2019; revised August 28, 2019; accepted October 18, 2019.





## CASE REPORT



# Ectasia coronarica destra asintomatica da verosimile fistola congenita con le sezioni cardiache di destra: riscontro occasionale in corso di accertamenti per l'idoneità al servizio nell'Esercito

*Il ruolo significativo dell'uso abituale dell'ecocardiografia integrato con altre metodiche di diagnostica per immagini*

**Giovanni Marchese \***

**Riassunto** -Le fistole dell'arteria coronaria sono un'anomalia congenita rara del tratto terminale dell'albero arterioso coronarico dovuta ad una comunicazione anomala fra una o più arterie coronarie e i grandi vasi o una camera cardiaca. L'incidenza di fistole coronariche è bassa ma in costante aumento con l'applicazione diffusa dell'ecocardiografia trans-toracica. La corretta diagnosi richiede un approccio multi-diagnostico: angiografia coronaria convenzionale, tomografia computerizzata multistrato, risonanza magnetica cardiaca. La strategia di trattamento delle fistole dell'arteria coronaria è ancora controversa. E' illustrato un caso di verosimile fistola fra l'arteria coronaria di destra e le camere di destra del cuore in un maschio di 22 anni sottoposto ad esame cardiologico presso il Centro Ospedaliero Militare di Milano prima dell'ammissione come recluta nell'Esercito Italiano. L'ecocardiografia trans-toracica è uno strumento diagnostico raccomandato nell'indagine routinaria e nel follow-up dei candidati al servizio nell'Esercito.

**Parole chiave:** anomalie cardiache congenite, fistola coronarica-ventricolare, fistola arteriosa coronarica, ecocardiografia Doppler, ecocardiografia trans toracica, selezione cardiovascolare.

### Messaggi chiave:

- La diagnosi di malattie cardiache congenite non rilevate fino all'età adulta è diminuita negli ultimi decenni.
- Le ectasie coronariche silenti possono essere considerate rare anomalie cardiache congenite evidenziabili nell'età dell'adolescenza.
- La diagnosi precoce di anomalie coronariche silenti è auspicabile prima che esse determinino sintomi o gravi complicazioni principalmente in età superiori ai 20 anni.
- L'ecocardiografia trans-toracica è considerata uno strumento diagnostico di routine per sospettare la presenza di anomalie cardiache congenite silenti nelle aspiranti reclute delle forze armate.

### Introduzione

Una fistola dell'arteria coronaria (CAF) o una fistola artero-venosa coronarica (CAVF) rappresentano una comuni-

cazione anomala tra un'arteria coronaria e una qualsiasi delle 4 camere del cuore o uno qualsiasi dei grandi vasi (vena cava superiore, arteria polmonare, vene polmonari o coronarie seno). Queste

connessioni sono più spesso congenite (1). CAVF sono stati segnalati per la prima volta da Krause (2) nel 1865. Successive recenti relazioni di Cayla (1885), Abbott (1906), Trevor (1911),

\* Ten.Col.sa.me. Specialista Cardiologo Addetto all'attività selettiva - Centro Ospedaliero Militare Milano  
Via Saint Bon, 7 - 20147 Milano a

**Corrispondenza:** Telefono Linea Civ.: 0240088299; Linea mil.: 1162299; mob:3386932415  
Indirizzo di posta elettronica: giovanni.marchese@alice.it giovanni.marchese@esercito.difesa.it



Blakeway (1918), Halpert (1930) e Harris (1937) sono menzionate in letteratura (3). Una CAVF di origine congenita è determinata dalla persistenza di connessioni sinusoidali con il lume del cuore tubolare primitivo con funzione di rifornimento del flusso sanguigno miocardico nell'iniziale periodo embrionale (4). Nel cuore primitivo le vene coronarie rappresentate dalle escrescenze endoteliali che inizialmente formano gli spazi trabecolari del miocardio terminano nella rete capillare posta sulla superficie epicardica. Nel frattempo la rete capillare si congiunge sull'altro versante con le arterie coronarie embrionali derivanti dalla crescita endoteliale alla base dell'aorta. Di solito i sinusoidi intramiocardici precedentemente menzionati diventano più sottili fino a rimanere solo come vasi tebesiani nell'adulto. Quando l'obliterazione dei sinusoidi trabecolari intramiocardici è inadeguato, persiste una comunicazione fistolosa tra le arterie coronarie e una camera cardiaca (5). Allo stesso modo si ritiene che i circoli collaterale fra un'arteria coronarica e quella polmonare siano dei residui del sistema vascolare splanchnico che comunemente si ripristinano con lo sviluppo del sistema arterioso polmonare nella successiva vita fetale (6). Tuttavia, essi possono rimanere in caso di sviluppo incompleto del sistema arterioso polmonare centrale. Inoltre, le CAVF possono verificarsi a seguito di traumi, infezioni o lesioni iatrogene (ad esempio correzione chirurgica di malattie cardiache congenite, cateterismo transcutaneo per biopsia miocardica, angioplastica coronarica, complicanze della malattia di Kawasaki) (7).

### Caratteristiche anatomiche

Le CAF sono annoverate fra le anomalie coronariche maggiori nella classificazione di Ogden. La diagnosi di CAF è rilevabile nello 0,002% della

popolazione generale e nello 0,4% di tutte le malformazioni cardiache (2,4). Le fistole provenienti dall'arteria coronaria destra predominano in quanto rappresentano dal 50% fino al 60% di tutti i casi, mentre quelle originate dall'arteria discendente anteriore sinistra dal 25% al 42%, dall'arteria circonflessa circa il 18%, dal ramo diagonale circa il 2% e dall'arteria coronaria principale sinistra o ramo circonflesso-marginale inferiore all'1% (8). Le singole fistole sono più frequenti, dal 74% al 90% (9,10), le fistole multiple comprendono dal 10,7% al 16% di tutti i CAF (9,10,11), e entrambe le arterie coronarie sono colpite nel 5% (2, 6,11). I CAF drenano più comunemente nelle strutture cardiache di destra rispetto a quelle a sinistra (19). Nei reperti chirurgici, il sito di drenaggio si trova nell'arteria polmonare dal 15% al 43% dei casi, il ventricolo destro dal 14% al 40%, l'atrio destro dal 19% al 26%, il ventricolo sinistro dal 2% a 19%, il seno coronarico nel 7%, la vena cava superiore nell'1% e l'atrio sinistro nel 5% -6% (2,8). Le fistole bilaterali si scaricano più spesso nell'arteria polmonare (56%) rispetto alle fistole unilaterali (17%) (12,13).

Le fistole camerali (fistole coronariche drenanti nelle camere cardiache, CCF) sono insolite anomalie vascolari congenite riportate in circa lo 0,08% allo 0,3% dei pazienti non selezionati sottoposti a angiografia coronarica diagnostica (14,15). Le fistole camerali sono definite artero-luminali, quando viene dimostrata una comunicazione diretta e focale con la camera cardiaca o artero-sinusoidali quando un passaggio di sangue arterioso con le camere cardiache avviene attraverso una rete sinusoidale. Una variante artero-capillare è stata descritta (16). Le fistole

camerali comunicano nel 90% di tutti i casi con le camere a destra del cuore, mentre nei restanti casi drenano nelle sezioni di sinistra del cuore, o verso entrambi (17). Una CAVF isolata può essere trovata nel 55% -80% dei casi (18) o nelle anomalie associate con altre cardiopatie congenite dal 20% al 45% (tetralogia di Fallot, difetto del setto atriale, dotto arterioso pervio, difetto del setto interventricolare, atresia polmonare con setto ventricolare intatto e malattia coronarica sovrapposta) (9).

### Fisiopatologia

La resistenza al flusso dovuto sia alla dimensione, tortuosità, lunghezza quanto al sito terminale del tramite fistoloso coronarico è il principale determinante fisiopatologico. Come nel dotto arterioso pervio, il flusso dall'arteria coronarica verso un letto venoso o una camera cardiaca destra si verifica durante tutto il ciclo cardiaco. Il sangue devia verso il percorso di minor resistenza della fistola piuttosto che passare attraverso le arteriole e i capillari del miocardio. Un "deflusso diastolico" si verifica con le fistole di maggiori dimensioni, sottraendo il sangue dalla normale via coronarica con maggiore pressione del polso e determinando un furto coronarico. Uno shunt da sinistra a destra è realizzato se la fistola drena nel lato venoso sistemico della circolazione. Tale volume di shunt sovraccarica entrambi i ventricoli diversamente dallo shunt sinistro-destro del difetto del setto atriale (sovraccarico diastolico ventricolare destro) o destro-sinistro del difetto del setto ventricolare /dotto arterioso pervio (sovraccarico diastolico ventricolare sinistro).



Quando l'atrio sinistro o la vena polmonare è il sito di drenaggio, un sovraccarico diastolico del cuore sinistro è il risultato di un significativo shunt sinistro-sinistro. Quando la fistola penetra in una delle camere sinistre del cuore determina un rigurgito aortico simile a quello primitivo valvolare (1).

### Decorso naturale, presentazione clinica e compilazione

Poiché la maggior parte dei CAF sono così piccoli che il flusso sanguigno del miocardio non è compromesso, i pazienti sono solitamente asintomatici. L'80% dei pazienti di età inferiore a 20 anni non manifesta sintomi rispetto a solo il 40% di quelli di età superiore ai 20 anni (6). Tuttavia, piccoli CAF nei bambini tendono ad aumentare di dimensioni con l'età e se non trattati causano sintomi clinici nel 19% dei pazienti di età inferiore ai 20 anni e nel 63% dei pazienti più anziani (18). In tali condizioni, è necessaria una correzione chirurgica precoce a causa dell'elevata prevalenza di sintomi tardivi e complicazioni, in particolare quando lo shunt tra le sezioni di sinistra e di destra del cuore è rilevante (rapporto Qp/Qs > 1,5) (19). Molto rara (dall'1% al 2% dei casi) è la chiusura spontanea della fistola per trombosi spontanea (20).

L'affaticamento e la dispnea da sforzo sono i sintomi clinici più comuni, ma anche l'angina e l'insufficienza cardiaca congestizia sono possibili (6).

Le complicanze delle fistole coronarie comprendono:

1 Complicanze coronariche - L'aumento di flusso è la causa della dilatazione dei rami delle arterie coronarie prossimali al sito dello shunt. I sintomi e gli effetti includono ischemia miocar-

dica cronica, angina, infarto miocardico, insufficienza cardiaca congestizia e cardiomiopatia. Il furto coronarico dovuto alla deviazione del sangue produce l'ischemia miocardica solitamente prevista (21,23).

La dilatazione massiva e le formazioni di aneurismatiche sono dovute al flusso persistente sisto-diastolico nelle arterie coronariche (6,24). L'aterosclerosi precoce è un'altra delle complicanze coronariche descritte (21);

2 Sovraccarico delle camere cardiache - ovunque si trovi il sito di drenaggio delle fistole nelle sezioni di sinistra del cuore, i CAF determinano aumentata pressione telediastolica ventricolare e/o ipertrofia ventricolare sinistra e, nei pazienti più anziani, insufficienza cardiaca congestizia (6, 21). L'insufficienza cardiaca congestizia è prevalente nei pazienti con una fistola del seno coronarico (22). Fibrillazione atriale e tachiaritmie ventricolari sono state riportate in pazienti con CAVF (5, 21); l'insorgenza della fibrillazione atriale è più frequente nei pazienti più anziani a causa della dilatazione atriale destra da fistola drenante nell'atrio destro;

3. Complicanze valvolari ed endocardiche: è stato riportato rigurgito valvolare funzionale dovuto a disfunzione dei muscoli papillari (23). L'incidenza di endocardite infettiva varia dallo 0% al 12% (6, 22-25) tanto che la profilassi dell'endocardite è raccomandata fin quando il flusso continua attraverso la fistola;

4. Complicanze extracardiache - La rottura di un aneurisma può causare emopericardio (6). L'ipertensione arteriosa polmonare è determinata da un considerevole shunt sinistro-destro, sebbene essa sia stata segnalata raramente (6,26).

All'esame obiettivo, un soffio continuo può essere udibile al margine sternale inferiore sinistro (22). Cardiomegalia e ipertrofia ventricolare possono rendersi manifesti e un polso collassante può essere scoperto con grandi fistole delle camere cardiache di sinistra.

### Diagnosi

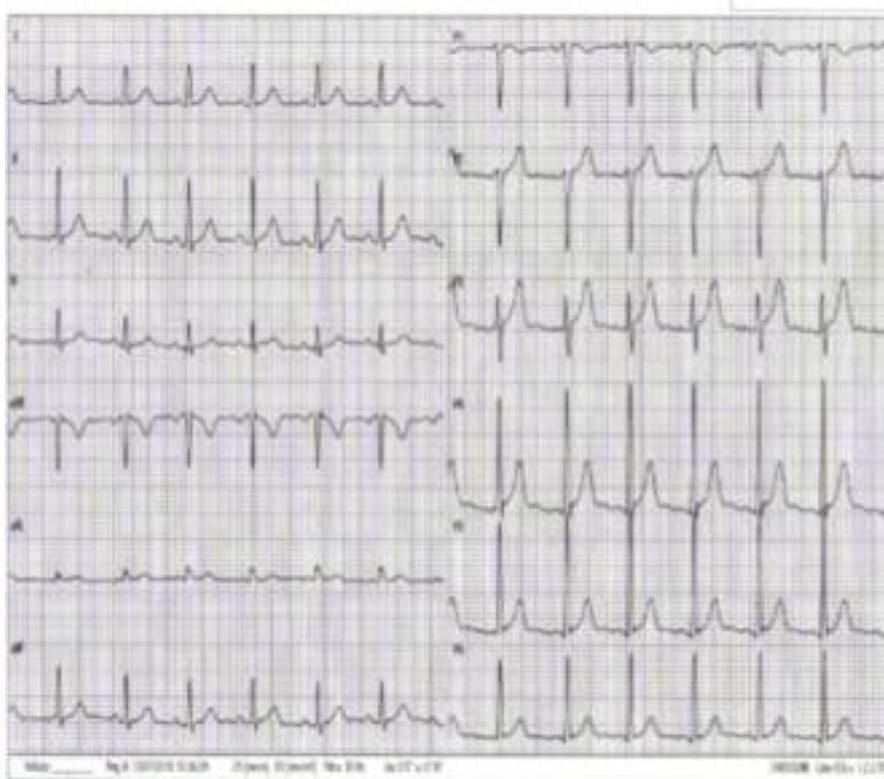
In circa il 50% dei pazienti sottoposti a correzione chirurgica l'elettrocardiogramma (ECG) è normale, mentre in caso di sovraccarico diastolico esso può mostrare ipertrofia ventricolare destra o sinistra e nei pazienti più anziani con fistole dell'atrio destro può essere presente fibrillazione atriale. Un tracciato "ischemico" è probabile quando il furto coronarico coinvolge un ramo maggiore dell'arteria circonflessa. Cardiomegalia e congestione polmonare possono essere presenti alla radiografia del torace. L'ecocardiografia trans-toracica (TTE) bidimensionale o transesofagea (TEE) possono determinare la diagnosi, visualizzare l'origine e il sito di drenaggio o evidenziare segni di ectasia coronarica o dilatazione delle camere cardiache coinvolte. Un'arteria coronaria marcatamente ectasica può essere generalmente riconosciuta sia con TTE che con TEE. La cateterizzazione e l'angiografia coronarica sono ancora generalmente necessari per una diagnosi definitiva e per la gestione della pianificazione. La risonanza magnetica (MRI) e l'angiografia coronarica cardiaca mediante tomografia computerizzata (TC) sono tecniche di imaging utili, non invasive e affidabili per la valutazione delle principali anomalie delle arterie coronarie (27).



## Caso clinico

Un uomo di 22 anni è stato inviato al Centro Ospedaliero Militare di Milano proveniente dal Centro di Reclutamento dell'Esercito di Milano per la visita cardiologica propedeutica al reclutamento. Tutti i comuni fattori di rischio cardiovascolari erano assenti. Negava sintomatologia.

L'auscultazione cardiaca appariva nei limiti. L'esame del polso arterioso appariva nella norma (pressione arteriosa= 120/80 mmHg). Era presente murmure vescicolare su tutto l'ambito polmonare, assente era il turgore delle giugulari. L'esame obiettivo dei restanti apparati risultava nei limiti. L'elettrocardiogramma (ECG) mostrava un ritmo sinusale normofrequente senza significative modificazioni del tratto ST-T; l'asse elettrico era nei limiti (**Fig. 1**). La TTE mostrava un significativo flusso sanguigno diastolico ad alta velocità al doppler, pulsatile localizzato sulla parete laterale del cuore destro vicino all'anulus della valvola tricuspide. Il suddetto flusso vascolare anomalo che puntava dal solco atrioventricolare verso la parete laterale delle camere di destra era visibile in tutte le immagini "quattro camere" (proiezioni apicali e subxifoidee) (**Figg. 2, 3, 4**). Il tracciamento inverso del flusso sanguigno anomalo non era possibile cosicché la sua origine non appariva immediatamente identificabile. Al fine di caratterizzare ulteriormente questa struttura vascolare e definire la sua origine, il decorso e il sito di drenaggio, nonché la sua relazione con le arterie coronarie, è stato richiesto un approfondimento diagnostico mediante risonanza magnetica cardiaca (CMR). Alla CMR le dimensioni atriali e ventricolari di destra apparivano ingrandite mentre la funzione e lo spessore delle pareti del



**Fig. 1** - Tracciato ECG a riposo.



**Fig. 2** - Area circolare prossima alla giunzione atrioventricolare destra al TTE, proiezione sottocostale (freccia).

ventricolo destro erano nella norma; è stata rilevata una lieve dilatazione del ventricolo sinistro con frazione di

eiezione del 68%. L'arteria coronaria sinistra e i suoi rami apparivano normali in origine, decorso e calibro. È



**Fig. 3** - Flusso continuo all'esame color Doppler nella stessa proiezione della Fig. 2 (freccia).

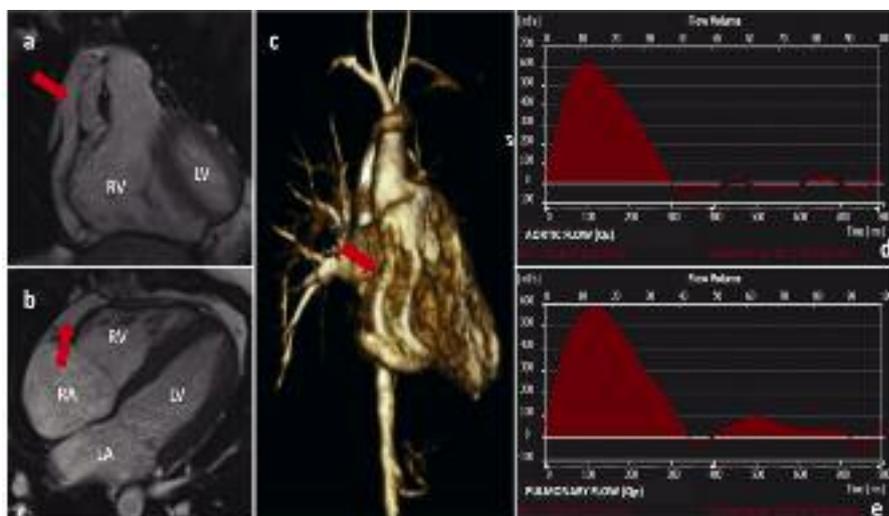


**Fig. 4** - Flusso continuo all'esame color Doppler dell'area prossimale alla giunzione atrioventricolare in proiezione quattro camere apicale (freccia).

stata identificata la coronaria destra, normalmente originante dal seno coronarico di Valsalva destro con un andamento serpiginoso e un diametro dilatato fino a 19 mm. Il suo decorso era caratterizzato da un inginocchiamento prossimale anteriore alla radice aortica ed uno distale localizzato posteriormente, a livello del solco atrioventricolare dopo l'origine dell'arteria interventricolare posteriore. Le misure di flusso attraverso la valvola polmonare (flusso netto 134 ml/battito;  $Q_p$ ) ed aortica (flusso netto 105 ml/battito;  $Q_s$ ) durante la mappatura della velocità con contrasto di fase insieme al calcolo della gittata sistolica del ventricolo destro (135 ml) e sinistro (147 ml) durante le sequenze di precessione libera bilanciate in cine-equilibrio sono state determinate. La differenza tra il rapporto  $Q_p/Q_s$  stimato (1.2) e il valore dei volumi di stroke determinati per entrambi i ventricoli è stato interpretato come il segno indiretto di uno shunt significativo tra le camere sinistra e destra del cuore. Nessun difetto di

perfusione è stato riconosciuto durante la sequenza di perfusione di primo passaggio e le sequenze di impregnazione tardiva con Gadolinio (LGE) non hanno mostrato alcun segno di precedente infarto o fibrosi miocardica delle pareti del ventricolo sinistro. Conside-

rate le suddette caratteristiche anatomiche dell'arteria coronaria destra e l'analisi dei parametri emodinamici, l'intero esame di imaging dopo CMR è apparso altamente suggestivo per un CCF drenante nelle camere cardiache di destra (**Fig. 5**).



**Fig. 5** - Sequenze cine (a,b) e ricostruzione 3D da immagini angiografiche (c) di marcata ectasia coronarica destra con decorso tortuoso. Dimostrazione di *shunt* *sx-dx* dopo misurazione dei flussi sistemico e polmonare da immagini in contrasto di fase (d,e) (rapporto  $Q_p/Q_s$  1.25) (gentile concessione di dott.ssa Antonia Camporeale, MD, PhD; Sezione di diagnostica cardiologica multimodale per immagini I.R.C.C.S., Policlinico San Donato-Milano-Italia).



## Conclusioni

È diventato sempre più raro fare diagnosi di malattia cardiaca congenita "de novo" nella popolazione adulta. Grazie all'incrementato ricorso al consulto di pediatri ben addestrati, medici di medicina generale e specialisti cardiologi, la maggior parte delle "significative" lesioni cardiache congenite risultano già identificate nell'infanzia e nell'adolescenza. Pertanto, il numero e la natura delle lesioni non rilevate fino all'età adulta sono diminuite negli ultimi decenni. La singola lesione congenita più comune da ricercare nell'età adulta, oltre alla valvola aortica bicuspidale, è il difetto del setto inter-atriale (28). Vi sono rari casi di difetti del setto inter-ventricolare e altre anomalie che sfuggono alla diagnosi fino all'età adulta. Visto il caso clinico sopra descritto, la diagnosi di anomalie silenziose delle arterie coronarie può essere ragionevolmente compresa tra i casi non comuni di anomalie cardiache congenite nell'età seguente l'adolescenza. Di fatto, la diagnosi molto precoce in tutti i pazienti con CCF è auspicabile prima che sviluppino sintomi gravi o complicazioni, soprattutto per quelli di età superiore ai 20 anni. Le attuali opzioni di trattamento sono rappresentate dal trattamento conservativo, dalla chirurgia e dalla chiusura percutanea transcateretere. Non di meno, la gestione del CAF è ancora controversa, in particolare nei pazienti asintomatici (6). Come con qualsiasi altra tecnica diagnostica, l'ecocardiografia presenta indubbi vantaggi ma anche limitazioni. È ampiamente riconosciuto che l'ecocardiografia non comporta alcun rischio per il paziente, l'operatore e che le moderne tecniche bidimensionali sono in grado di visualizzare tutte e quattro le camere e le

valvole cardiache nonché i grandi vasi. Inoltre essa fornisce immagini tomografiche ad alta risoluzione immediate per piani illimitati, configurandosi come strumento completo per valutare virtualmente tutte le forme anatomiche di malattia cardiovascolare e, in particolare, di quelle congenite riscontrate sia nei bambini quanto negli adulti. L'American College of Cardiology, l'American Heart Association e la American Society of Echocardiography hanno emesso raccomandazioni sia per una formazione adeguata del personale operante in ecocardiografia nonché sull'uso appropriato di questo mezzo diagnostico (29). Inoltre, quando è necessaria un'ulteriore valutazione diagnostica per definire meglio l'eziologia di una sospetta lesione vascolare congenita e sequenzialmente per stabilire nel modo più completo possibile se un candidato è idoneo a servire l'esercito, è necessario ricorrere a tecniche di diagnostica per immagini di secondo livello. Come nel nostro caso, la CMR può fornire informazioni supplementari sull'anatomia dell'arteria polmonare, delle connessioni venose complesse e delle grandi arterie. Grazie alle molteplici capacità di valutazione delle cardiopatie congenite, la CMR fornisce informazioni morfologiche mediante sequenze spin-echo e cinetiche ECG relate (ad es. volumi, massa e funzione ventricolari). Inoltre, la CMR consente sia di visualizzare le principali arterie coronarie utilizzando le tecniche angiografiche sia di quantificare la eventuale presenza di shunt intracardiaci.

In conclusione, il numero di applicazioni cliniche per le quali l'ecocardiografia Color-Doppler (CDE) può o potrebbe essere utilizzata è sostanziale. Degno di menzione è il dato di fatto che presso il Centro Ospedaliero Militare di

Milano, l'uso del CDE costituisce da qualche anno pratica di routine. Auspichiamo che la tecnica diventi maggiormente utilizzata nei prossimi anni perché secondo la nostra esperienza è molto spesso parte integrante dell'esame cardiaco di tutti i candidati all'arruolamento nell'esercito al fine di porre diagnosi precoce in coloro che sono portatori di cardiopatia valvolare e/o congenita sino ad allora mai accertata o asintomatica. Altre potenziali applicazioni, anche se solo speculative al momento, potrebbero essere realizzate come miglioramenti tecnologici futuri. Pertanto, il futuro del CDE appare significativo non solo in ambito clinico, ma anche in quello medico-legale riguardante l'accesso al servizio regolare nell'Esercito.

## Bibliografia

1. **Sommer RJ, Hijazi ZM, Rhodes JF:** *Pathophysiology of congenital heart disease in the adult.* *Circulation* 2008;117: 1090-9;
2. **Dodge-Khatami A, Mavroudis C, Backer CL:** *Congenital heart surgery nomenclature and database project: anomalies of the coronary arteries.* *Ann Thorac Surg* 2000;69 (3 Suppl 1):270 -7;
3. **Barnes RJ, Cheung AC, Wu RW:** *Coronary artery fistula.* *Br Heart J* 1969;31:299 -305;
4. **Dimitrakakis G, Von Oppell U, Luckraz H, Groves P:** *Surgical repair of triple coronary-pulmonary artery fistulae with associated atrial septal defect and aortic valve regurgitation.* *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7:933- 4;
5. **Rittenhouse EA, Doty DB, Ehrenhaft JL:** *Congenital coronary artery—cardiac chamber fistula: review of operative management.* *Ann Thorac Surg* 1975;20:468-85;



6. **Liberthson RR, Sagar K, Berkoben JP, Weintraub RM, Levine FH.**: *Congenital coronary arteriovenous fistula. Report of 13 patients, review of the literature and delineation of management.* Circulation 1979;59:849–54;
7. **Mangukia CV.**: *Coronary Artery Fistula.* Ann Thorac Surg 2012; 93:2084–92;
8. **Huang YK, Lei MH, Lu MS, Tseng CN, Chang JP, Chu JJ.**: *Bilateral coronary-to-pulmonary artery fistulas.* Ann Thorac Surg 2006;82:1886–8;
9. **Fernandes ED, Kadivar H, Hallman GL, Reul GJ, Ott DA, Cooley DA.**: *Congenital malformations of the coronary arteries: the Texas Heart Institute experience.* Ann Thorac Surg 1992;54:732–40;
10. **Tkebuchava T, Von Segesser LK, Vogt PR, Jenni R, Arbenz U, Turina M.**: *Congenital coronary fistulas in children and adults: diagnosis, surgical technique and results.* J Cardiovasc Surg (Torino) 1996;37:29–34;
11. **Olearchyk AS, Runk DM, Alavi M, Grosso MA.**: *Congenital bilateral coronary-to-pulmonary artery fistulas.* Ann Thorac Surg 1997;64:233–5;
12. **Levin DC, Fellows KE, Abrams HL.**: *Hemodynamically significant primary anomalies of the coronary arteries. Angiographic aspects.* Circulation 1978;58:25–34;
13. **Baim DS, Kline H, Silverman JF.**: *Bilateral coronary artery-pulmonary artery fistulas. Report of five cases and review of the literature.* Circulation 1982;65:810–5;
14. **Yamanaka O, Hobbs RE.**: *Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography.* Cathet Cardiovasc Diagn 1990;21:28–40;
15. **Vavuranakis M, Bush CA, Boudoulas H.**: *Coronary artery fistulas in adults: incidence, angiographic characteristics, natural history.* Cathet Cardiovasc Diagn 1995;35:116–20;
16. **Berberich SN, Zager J, Herman NP, Eslava RL.**: *Diffuse bilateral coronary artery fistula entering the left ventricle: a case confirmed surgically a case report.* Vasc Endovasc Surg 1978;12:204–9;
17. **Stierle U, Giannitsis E, Sheikhzadeh A, Potratz J.**: *Myocardial ischemia in generalized coronary artery–left ventricular microfistulae.* Int J Cardiol 1998;63:47–52;
18. **Mavroudis C, Backer CL, Rocchini AP, Muster AJ, Gevitz M.**: *Coronary artery fistulas in infants and children: a surgical review and discussion of coil embolization.* Ann Thorac Surg 1997;63:1235–42;
19. **Mitropoulos F, Samanidis G, Kalogris P, Michalis A.**: *Tortuous right coronary artery to coronary sinus fistula.* Interact Cardiovasc Thorac Surg 2011;13:672–4;
20. **Zenooz NA, Habibi R, Mammen L, Finn JP, Gilkeson RC.**: *Coronary artery fistulas: CT findings.* Radiographics 2009;29: 781–9;
21. **Kugelmass AD, Manning WJ, Piana RN, Weintraub RM, Baim DS, Grossman W.**: *Coronary arteriovenous fistula presenting as congestive heart failure.* Cathet Cardiovasc Diagn 1992;26:19–25;
22. **Ogden J, Stansel H Jr.**: *Coronary arterial fistulas terminative in the coronary venous system.* J Thorac Cardiovasc Surg 1972;63:172–82;
23. **Morgan JR, Forker AD, O'Sullivan MJ Jr, Fosburg RG.**: *Coronary arterial fistulas: seven cases with unusual features.* Am J Cardiol 1972;30:432–6;
24. **Mawatari T, Koshino T, Morishita K, Komatsu K, Abe T.**: *Successful surgical treatment of giant coronary artery aneurysm with fistula.* Ann Thorac Surg 2000;70:1394–7;
25. **Daniel TM, Graham TP, Sabiston DC Jr.**: *Coronary artery-right ventricular fistula with congestive heart failure: surgical correction in the neonatal period.* Surgery 1970;67:985–94;
26. **Wertheimer JH, Toto A, Goldman A, et al.**: *Magnetic resonance imaging and two-dimensional and Doppler echocardiography in the diagnosis of coronary cameral fistula.* Am Heart J 1987;114:159–62;
27. **Tomasian A, Lell M, Currier J, Rahman J, Krishnam MS.**: *Coronary artery to pulmonary artery fistulae with multiple aneurysms: radiological features on dual-source 64-slice CT angiography.* Br J Radiol 2008;81:e218–20;
28. **Braunwald E, Zipes P.D., Libby P.**: *Heart Disease 6Th Edition – A textbook of Cardiovascular Medicine.* W.B. Saunders Company. pag.197
29. **Stewart WJ, Aurigemma GP, Bierman FZ et al.**: *Task Force 4: Training in echocardiography.* J Am Coll Cardiol 25:16-19, 1995.

---

#### Disclosures:

L'Autore dichiara nessun conflitto di interessi.

Articolo ricevuto il 10.02.2019; rivisto il 10.06.2019; accettato il 29.08.2019.



## CASE REPORT



# An asymptomatic right coronary ectasia due to a likely congenital fistula to the right cardiac chambers: an incidental finding detected in the course of investigation for the eligibility to serve the Army

*The relevant role of the routine use of echocardiography combined with other diagnostic imaging methods*

**Giovanni Marchese \***

**Riassunto** -Coronary artery fistulas are a rare congenital anomaly of termination of the coronary arterial tree due to an abnormal communication between one or more coronary arteries and great vessels or a cardiac chamber. The incidence of coronary artery fistulas is low but with steady increase detection with the broad application of Trans Thoracic Echocardiography. The correct diagnosis requires a multi-diagnostic approach: conventional coronary angiography, multi-slice detector computed tomography, Cardiac Magnetic Resonance. The treatment strategy of coronary artery fistulas is still a controversial issue. A likely coronary artery fistulas between the right coronary artery and the right chambers of the heart in a 22-year-old male examined at the Military Clinical Centre in Milan before being admitted as a recruit in the Italian Army is reported. Trans Thoracic Echocardiography is a recommended diagnostic tool in the regular investigation and follow up of the applicants to serve the Army.

**Key words:** congenital cardiac anomalies, coronary artery fistula, coronary –ventricular fistula, Doppler echocardiography, transthoracic echocardiography, cardiovascular screening.

### Key messages:

- The diagnosis of congenital heart disease not detected until adulthood has decreased over the past several decades.
- Silent coronary artery anomalies can be considered uncommon cases of congenital cardiac anomalies in the ages over the adolescence.
- The very early diagnosis of silent coronary artery anomalies is desirable before they determine serious symptoms or complications mainly for those over 20 years of age.
- Trans thoracic echocardiography is considered a routinely diagnostic tool to suspect the presence of silent congenital cardiac anomalies in the applicants to serve the armed forces.

### Introduction

A coronary artery fistula (CAF) or coronary arteriovenous fistula (CAVF) represents an anomalous communication

between a coronary artery and any of the 4 chambers of the heart or any of the great vessels (superior vena cava, pulmonary artery, pulmonary veins, or coronary sinus). These connections are most

often congenital (1). CAVFs were first reported by Krause (2) in 1865. Subsequent early reports by Cayla (1885), Abbott (1906), Trevor (1911), Blakeway (1918), Halpert (1930), and Harris

\* Ten.Col.sa.me. Cardiologist in charge of the specialistic investigation for the recruitment - Centro Ospedaliero Militare Milano  
Via Saint Bon, 7 - 20147 Milano a

**Correspondence:** Telefono Linea Civ.: 0240088299; Linea mil.: 1162299; mob:3386932415  
Indirizzo di posta elettronica: giovanni.marchese@alice.it giovanni.marchese@esercito.difesa.it



(1937) are mentioned in literature (3). A CAVF of congenital origin is determined by the persistence of sinusoidal connections with the lumens of the primitive tubular heart that provide myocardial blood flow in the early embryologic period (4). In the primitive heart the coronary veins represented by the endothelial outgrowths initially forming the trabecular spaces of the myocardium terminate on the epicardial surface in the capillary network. In the meantime the capillary network is joined on the other side by the embryonic coronary arteries arising from the endothelial growth in the base of the aorta. Usually the previously mentioned intramyocardial sinusoids get thinner and consequently remain only as thebesian vessels in the adult. When the concealment of the intramyocardial trabecular sinusoids is inadequate a fistulous communication perseveres between the coronary arteries and a cardiac chamber (5). Similarly coronary-to-pulmonary artery collaterals are thought to be remnants of the splanchnic vascular system and commonly revert with the development of the pulmonary arterial system occurring later in fetal life (6). However, they may remain in case of incomplete development of the central pulmonary arterial system. Nonetheless CAVFs can occur as a result of trauma, infection, or iatrogenic injury (e.g. intracardiac congenital heart operations, transcatheter techniques for myocardial biopsy, coronary angioplasty, a complication of Kawasaki disease) (7).

### Anatomic features

CAFs are recognized as a major coronary anomaly by Ogden's classification. CAF is a finding occurring in 0.002% of the general population and in 0.4% of all

cardiac malformations (2,4). Fistulas originating from the right coronary artery predominate as they account for 50% up to 60% of all cases, while those ones originating from the left anterior descending artery 25% to 42%, from the circumflex artery about 18%, from the diagonal branch about 2%, and from the left main coronary artery or circumflex-marginal branch less than 1% (8). Single fistulas are most frequent, ranging from 74% to 90% (9,10), multiple fistulas comprise from 10.7% to 16% of all CAFs (9,10,11), and both coronary arteries are affected in 5% (2,6,11). CAFs drain more commonly into the right heart structures than into the left ones (19). In surgical findings, the drainage site is located into the pulmonary artery in 15% to 43% of cases, the right ventricle in 14% to 40%, the right atrium in 19% to 26%, the left ventricle in 2% to 19%, the coronary sinus in 7%, the superior vena cava in 1%, and the left atrium in 5% to 6% (2,8). Bilateral fistulas drain more often into the pulmonary artery (56%) than unilateral fistulas (17%) (12,13).

Cameral fistulas (coronary fistulas draining into the cardiac chambers; CCF) are uncommon congenital vascular anomalies reported in nearly 0.08% to 0.3% of non selected patients undergoing diagnostic coronary angiography (14,15). Cameral fistulas have been termed as arterioluminal, when a direct and focal communication with the cardiac chamber is demonstrated or arteriosinusoidal, when an arterial blood communication with the cardiac chambers is due to a sinusoidal network. An arteriocapillary variant has also been described (16). Cameral fistulas communicate in 90% of all cases with the right-sided chambers of the heart, while the rest drain to the left

side of the heart, or to both (17). Isolated CAVF may be found in 55% to 80% of cases (18) or the associated anomalies with other congenital heart disease in 20% to 45% (tetralogy of Fallot, atrial septal defect, patent ductus arteriosus, ventricular septal defect, pulmonary atresia with intact ventricular septum, and superimposed coronary artery disease) (9).

### Pathophysiology

The resistance of the fistulous link due to both its size, tortuosity, length and the site of termination is the main determinant of the physiologic derangement. As in a patent ductus arteriosus, flow from the coronary artery to a venous arrangement or right-sided cardiac chamber happens throughout the cardiac cycle. Blood deflects into the lower-resistance pathway through the fistula rather than passing through the smaller arterioles and capillaries of the myocardium. A "diastolic runoff" occurs with larger fistulas, unsheathing blood from the normal coronary route with an increased pulse pressure and a coronary steal. A left-to-right shunt is determined if the fistula empties into the systemic venous side of the circulation. Such a shunt volume loads both ventricles dissimilarly to the left-to-right shunt of atrial septal defect (right ventricular volume load) or ventricular septal defect/patent ductus arteriosus (left ventricular volume load). When the left atrium or pulmonary vein is the drainage site, a volume overloading the left heart only is the result of an effective left-to-left shunt. When the fistula penetrates a left-sided chamber, it determines a run-off from the aorta resembling aortic valve regurgitation (1).



## Natural history, clinical presentation and complications

As most of the CAFs are so small that myocardial blood flow is not impaired patients are usually asymptomatic. 80% of patients aged younger than 20 years manifest no symptoms compared with only 40% of those ones aged older than 20 years (6). However small CAFs in children tend to expand with age and if untreated cause clinical symptoms in 19% of patients aged younger than 20 years and in 63% of older patients (18). In such conditions, early surgical correction is necessary due to the high prevalence of late symptoms and complications, particularly when the shunt between the left and right sections of the heart is relevant (Qp-to-Qs ratio >1.5) (19). Very uncommon (1% to 2% of cases) is the spontaneous closure of the fistula because of spontaneous thrombosis (20). Fatigue, exertional dyspnea are the most common clinical symptoms but even angina, and congestive heart failure are showed (6).

Complications of coronary fistula comprise:

1. Coronary complications— The increased flow is the cause of the enlargement of the coronary artery branches proximal to the shunt site. Symptoms and effects include chronic myocardial ischemia, angina, myocardial infarction, congestive heart failure and cardiomyopathy. Coronary steal due to diversion of blood produces a commonly expected myocardial ischemia (21,23). Massive dilatation and aneurysm formation is due to persistent high flow in coronaries (6, 24). Premature coronary atherosclerosis is also described (21);
2. Overloading of the cardiac chambers—wherever the site of fistula

drainage is located in the left sections of the heart, CAFs determine an increased left ventricular end-diastolic pressure, left ventricular hypertrophy, and in older patients, congestive cardiac failure (6, 21). Congestive heart failure is prevalent in patients with a fistula to the coronary sinus (22). Atrial fibrillation and ventricular tachyarrhythmias have been reported in patients with CAVF (5, 21); the onset of atrial fibrillation is more frequent in older patients as a result of right atrial dilation from a fistula to the right atrium;

3. Valvular and endocardial complications—Functional valvular regurgitation due to papillary muscle dysfunction has been reported (23). The incidence of infective endocarditis ranges from 0% to 12% (6, 22–25) so that endocarditis prophylaxis is recommended as long as the flow continues across the fistula;
4. Extracardiac complications — Rupture of an associated aneurysm can result in hemopericardium (6). Pulmonary hypertension is elicited in case of a considerable left -to-right shunt, although it has been rarely reported (6, 26).

On examination, a continuous murmur may be hearable at the left lower sternal border (22). Cardiomegaly and ventricular hypertrophy may be manifest and a collapsing pulse may be uncovered with large fistulas to the left-sided heart chambers.

## Diagnosis

In about 50% of the surgical patients the electrocardiogram (ECG) is normal while in case of volume overload it may show right or left ventricular hyper-

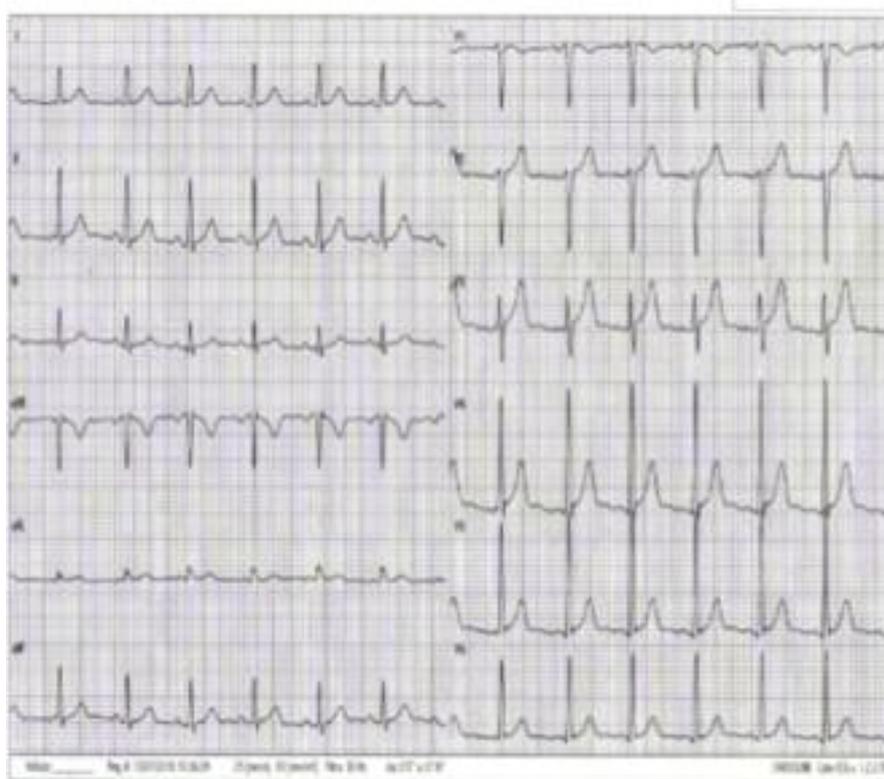
trophy and in older patients with fistulas to the right atrium atrial fibrillation may be present. An ischemic pattern is probable when the coronary steal involves a major branch of the left circumflex artery. Cardiomegaly and pulmonary plethora may be present in the chest X-ray. Two-dimensional transthoracic echocardiography or transthoracic echocardiography (TEE) may determine the diagnosis, displaying the origin and drainage site, or provide signs such as coronary dilation or chamber enlargement. A markedly expanded coronary artery can usually be recognized with both transthoracic echocardiography and TEE. Catheterization and coronary angiography are still generally necessary for a definitive diagnosis and planning management. Magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) cardiac coronary angiography are helpful, noninvasive, and reliable imaging techniques for the investigation of major coronary artery anomalies (27).

## Case report

A 22-year-old male came to the Military Clinical Centre in Milan from the Army Centre of Recruitment in Milan for the cardiological examination before being admitted as a recruit in the Italian Army. All of the common cardiovascular risk factors were not manifested. He usually had no symptoms. Cardiac auscultation could hardly hear any murmur. He did not have a wide pulse pressure (blood pressure 120/80 mmHg). His lungs were clear and there was no elevated jugular venous pressure. The rest physical examination was unremarkable. Electrocardiogram (ECG) showed normal sinus rhythm without significant ST-T wave changes and the



mean electrical axis was normally oriented (**Fig. 1**). Trans-Toracic Echocardiography (TTE) showed a noticeable pulsatile localized diastolic high turbulent speed blood flow on the lateral wall of the right heart close to the tricuspid valve annulus. The abnormal blood flow pointed from the atrioventricular groove toward the lateral wall of the right chambers in all the four chambers views (apical and subxiphoid positions); (**Fig. 2; 3; 4**). Reverse tracing of the abnormal blood flow was not possible so that its source was not immediately identifiable. In order to further characterize this vascular structure and to define its origin, course and draining site, as well as its relation with the coronary arteries further imaging investigation was followed with cardiac MRI (CMR). Atrial and right ventricular dimensions were enlarged while function as well as thickness of the right ventricular walls were within normality; a mild dilatation of the left ventricle with ejection fraction around 68% was registered. The left coronary artery (LCA) and its branches were normal in origin, course, and caliber. A right coronary normally originating from the right sinus of Valsalva with a serpiginous course and a dilated diameter up to 19mm was identified. Its route was characterized by a proximal deflection anteriorly to the aortic root and a distal one located posteriorly at the level of the atrioventricular groove after the origin of the posterior interventricular artery. The measures of the blood flow across the pulmonary (net flow 134 ml/beat; Qp) and aortic valves (net flow 105 ml/beat; Qs) during the phase contrast velocity mapping of volume together with the calculation of the stroke volumes from both the right (135 ml) and left (147 ml) ventricles during the cine-balanced steady-state free



**Fig. 1** - Electrocardiogram at rest.



**Fig. 2** - TTE showing a circular area proximal to the right lateral atrioventricular groove in the subxiphoid view (arrow).

precession sequences were also determined. The difference between the estimated Qp/Qs ratio (1.2) and the value of

stroke volumes determined for both the ventricles was interpreted as a meaningful shunt between the left and



**Fig. 3** - A continuous flow at color Doppler analysis in the same view of Fig. 2 (arrow).



**Fig. 4** - A continuous flow at color Doppler analysis of the area proximal to the right lateral atrioventricular groove in the apical four chambers view (arrow).

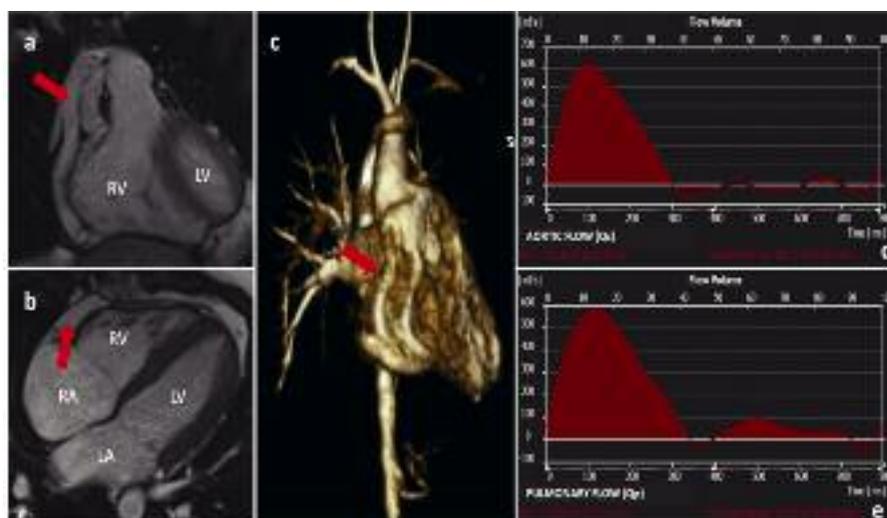
the right chambers of the heart. No perfusion defect was recognized during first pass perfusion sequence and the Late Gadolinium Enhancement (LGE) sequences did not show any proof of prior myocardial infarction or myocardial fibrosis of the LV wall. Considered the above mentioned anatomic features of the right coronary artery and the analysis of the hemodynamic parameters the whole imaging examination after CMR appeared highly suggestive for a CCF draining to the right cardiac chambers (**Fig. 5**).

### Conclusions

It has become increasingly rare to make the diagnosis of congenital heart disease “de novo” in adult populations. Because of the raised access to well-trained pediatricians, family practitioners and cardiologists most of the “significant” congenital heart lesions are identified in childhood and adolescence. Thus, the number and nature of lesions not detected until adulthood has decreased over the past several decades.

The single most common congenital lesion to be revealed in adulthood, other than the bicuspid aortic valve, is the atrial septal defect. There are infrequent cases of ventricular septal defects and other anomalies that escape detection to adulthood (28). On the basis of the above described case report the diagnosis of silent coronary artery anomalies can be

reasonably comprised among the uncommon cases of congenital cardiac anomalies in the ages over the adolescence. In fact the very early diagnosis in all patients with a CCF is desirable before they develop serious symptoms or complications, mainly for those over 20 years of age. Current treatment options are represented by conservation treat-



**Fig. 5** - Cine images (a, b) and 3D reconstruction from angiographic images (c) showing a markedly dilated right coronary artery with tortuous course. Measurement of systemic and pulmonary flow from phase contrast images (d, e) demonstrates the presence of left to right shunt ( $Q_p/Q_s$  ratio 1.25) (Courtesy of Antonia Camporeale, MD, PhD; Multimodality Cardiac Imaging Section I.R.C.C.S., Policlinico San Donato-Milan-Italy).



ment, surgery and transcatheter closure. Moreover the management of CAF is still a controversial matter, particularly in asymptomatic patients (6).

As with any diagnostic method, echocardiography has definite advantages and limitations. It is widely recognized that cardiac ultrasonography itself carries no risk to the patient, operator and that modern two-dimensional echocardiographic techniques are capable of visualizing all four cardiac chambers, cardiac valves and the great vessels. Moreover they provide immediate high-resolution tomographic views in unlimited planes, which is a comprehensive means for evaluating virtually all forms of anatomical and in particular of congenital cardiovascular disease found in both children and adults. The American College of Cardiology, American Heart Association, and American Society of Echocardiography have issued recommendations for appropriate training in echocardiography and likewise recommendations on its appropriate use (29). Moreover when further diagnostic evaluation is necessary to both better

define the aetiology of a suspect congenital vascular lesion and sequentially to establish in as much as possible exhaustive way if an applicant is fit to serve the Army we need to recur to a second-level techniques of image investigation. As in our case CMR may provide supplemental information regarding pulmonary artery anatomy, complex venous and great artery connections. Due to the multiple capabilities for the evaluation of congenital heart disease CMR provide a morphological information by ECG-gated spin-echo and cine-sequences (e.g. ventricular volumes, mass and function). Moreover CMR allows both to visualize the major coronary arteries using the MR angiographic techniques and to assess the presence of intracardiac shunts.

In conclusion the number of clinical applications for which Color-Doppler echocardiography (CDE) can, or could, be used is substantial. We must acknowledge that in the Military Clinical Centre in Milan, the use of CDE has been routine. We wish the technique will become more widespread over the next few years because according to our experience it is

very often regular part of the cardiac examination of all the applicants to serve the Army in order to achieve an early diagnose in those ones with never ascertained or asymptomatic valvular and/or congenital heart disease. Other potential applications, though only speculative at present, may well be realized as future technologic improvements occur. Thus, the future of CDE appears meaningful not only in the clinical field but also in the legal medicine one in regard to the access to the regular service in the Army.

---

#### ***Disclosures:***

The Author declares that he has no relationships relevant to the contents of this paper to Disclose.

Manuscript received February 10, 2019; revised June 10, 2019; accepted August 29, 2019.



## La certificazione di qualità del Policlinico Militare di Roma

Maurizio Elisio \*  
Roberto Rossetti •

Adriano Petrella \*\*  
Giacomo Mammana ••

Antonio Andreozzi °

Filippo Agosta °°

### Introduzione

In data 28 ottobre 2019, a seguito di due giornate di accurate verifiche, il prestigioso Organismo di Certificazione Internazionale Bureau Veritas, ha consegnato il certificato di qualità UNI EN ISO 9001:2015 al Policlinico Militare di Roma "Celio".

Il conseguimento della certificazione di Qualità segna un traguardo storico per la Sanità Militare in un'ottica di *benchmarking* con l'eccellenza del comparto sanitario civile. Inoltre, consente di implementare la *Mission* istituzionale con le moderne logiche di *Risk Management* e *Quality Assurance*.

Tale risultato rappresenta non solo la garanzia di una già consolidata e riconosciuta *competence* del personale sanitario, quanto il riconoscimento di una globale capacità di approccio di sistema. L'Ente terzo di verifica ha certificato la capacità del Policlinico Militare di assicurare la qualità delle prestazioni erogate attraverso tecniche di analisi del contesto, mappatura dei processi, definizione di specifici percorsi assistenziali, analisi dei rischi correlati, monitoraggio di non conformità e implementazione di azioni correttive.

La *Vision* espressa dai Vertici Istituzionali e ribadita dal Capo di Stato Maggiore dell'Esercito, prevede una Sanità Militare in grado di erogare prestazioni a favore del militare e del cittadino, operando sia in scenari operativi che in contesti sanitari ordinari.

Pertanto, in linea con l'esistente progetto "Nuovo Celio" (*Frutto del Gruppo di Progetto (GdP) dello Stato Maggiore dell'Esercito (SME) che, tenuto conto anche dell'analisi S.W.O.T. condotta dall'Università del Sacro Cuore di Roma nel 2016 e voluta dai vertici della Forza Armata, ha consentito di individuare le attività sanitarie di precipuo interesse della Forza Armata in linea con la Mission*), occorre avviare un processo di graduale *osmosi* con la Sanità civile che, perseguendo la *way-ahead* dell'Accreditamento Istituzionale, consenta al Nosocomio di: assicurare prestazioni assistenziali in linea con i requisiti della sanità pubblica; ottenere ristoro economico derivante dalla valorizzazione in DRG (*diagnosis related group*) delle prestazioni assistenziali; potenziare le competenze specialistiche di tutte le professioni sanitarie.

Il percorso di accreditamento prevede non solo attività finalizzate ad adeguamenti "**procedurali/organizzativi**" (certificazione ISO 9001) ma anche di tipo "**infrastrutturale**", con opere di carattere edilizio e impiantistico delle degenze, e "**infostrutturale**", digitalizzando i processi sanitari per consentire una interoperabilità con il Servizio Sanitario Regionale (SSR).

Pertanto, la certificazione di qualità segna non solo un traguardo prestigioso, bensì uno strategico punto di partenza per allineare la sanità militare verso riconosciuti standard sanitari di eccellenza.



\* Col. - Capo Ufficio Governance Clinica e Medicina del Lavoro - Policlinico Militare - Roma.

\*\* T.Col. - Capo Servizio Gestione Rischio Clinico e Qualità - Policlinico Militare - Roma.

° Cap. - Capo Servizio Coordinamento Infermieristico - Policlinico Militare - Roma.

°° Col. - Capo ufficio addestramento e relazioni esterne - Policlinico Militare - Roma.

• Brig.Gen. - Direttore Sanitario - Policlinico Militare - Roma.

•• Magg.Gen. - Direttore Ospedaliero - Policlinico Militare - Roma.



## La normazione

Secondo il Regolamento UE N°1025/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012, l'obiettivo principale della normazione consiste nel definire specifiche tecniche o qualitative volontarie alle quali processi, prodotti di produzione o servizi attuali o futuri possono conformarsi.

Tale attività viene esercitata dagli Enti normatori attraverso l'emanazione di norme tecniche. Queste ultime hanno carattere non obbligatorio, ma semplicemente consigliato; tuttavia, nella misura in cui sono emanate, la loro applicazione, pur su base volontaria, è quasi sempre condizione per acquisire salde fondamenta per l'erogazione di servizi.

Scopo della normazione, quindi, è contribuire al miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia dei sistemi complessi, fornendo strumenti di supporto all'innovazione tecnologica, all'orientamento verso il cliente/utente, alla qualità di prodotti, servizi e processi.

## Struttura e livelli di normazione

La normazione si struttura a più livelli:

- a livello internazionale, vi è l'ISO (*International Organization for Standardization*), un'organizzazione internazionale non governativa a cui aderiscono gli enti normativi di 162 Paesi, con sede centrale a Ginevra con lo scopo di facilitare la coordinazione internazionale e unificare gli standard industriali;
- a livello europeo, vi sono tre organismi di standardizzazione: il Comitato europeo di normalizzazione (CEN), il Comitato europeo di normazione elettrotecnica (CENELEC) e l'Istituto europeo per le norme di telecomunicazione (ETSI).

Il CEN promuove l'impiego delle norme ISO e persegue l'armonizzazione tecnica a livello europeo.

In Italia opera l'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, il quale redige in lingua italiana le versioni ufficiali delle norme e fornisce eventuali interpretazioni sulla loro applicazione. L'UNI rappresenta l'Italia presso le organizzazioni di normazione europea (CEN) e mondiale (ISO) e organizza la partecipazione delle delegazioni nazionali ai lavori di normazione sovranazionale.

## La certificazione di qualità

La certificazione è una procedura con cui una parte terza indipendente fornisce assicurazione scritta che un prodotto, un servizio, un processo risulti conforme ai requisiti specificati.

Le strutture sanitarie hanno la necessità di tenere sotto controllo e monitorare gli *input*, gli *output* e gli *outcome* che contraddistinguono i processi assistenziali principali e devono verificare che il proprio prodotto/servizio sia conforme e rispetti le norme (volontarie) e le regole (obbligatorie).

La certificazione di Qualità di un prodotto/servizio comprende, tra gli obiettivi: rafforzare la fiducia dell'utente/cliente; fornire evidenze sulla qualità dei prodotti/servizi erogati; standardizzare le procedure; valorizzare le competenze del personale; fornire uno strumento di gestione aziendale.

In considerazione che il sistema di certificazione della qualità deve sottostare, a sua volta, a precise norme di qualità, in Italia l'Ente deputato all'accreditamento degli organismi di certificazione è ACCREDIA (designato dal Governo il 22 dicembre 2009, nato dalla fusione di SINAL e SINCERT) che opera sotto la vigilanza del Ministero dello Sviluppo Economico e svolge un servizio di pubblica autorità.

## Le norme di qualità ISO 9000

Con la sigla ISO 9000 si identificano una serie di norme che definiscono i requisiti per la realizzazione di un sistema di gestione della qualità (SGQ), fornendo istruzioni e strumenti tali da garantire il soddisfacimento delle esigenze del cliente/utente ed il continuo miglioramento dei processi assistenziali.

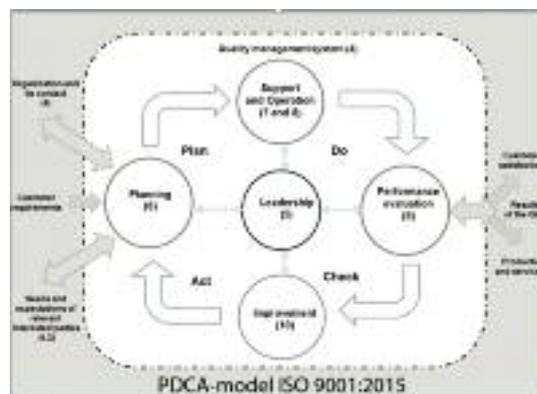
Attualmente le norme della serie 9000 includono:

- [UNI EN ISO 9000:2015](#) - Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti e vocabolario: esso copre i concetti di base e di linguaggio;
- [UNI EN ISO 9001:2015](#) - Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti: stabilisce i requisiti di un sistema di gestione della qualità;
- [UNI EN ISO 9004:2009](#) - Gestire un'organizzazione per il successo durevole.

Un Sistema gestione per la Qualità ben progettato e implementato comporta numerosi vantaggi, tra cui: management consapevole; controllo dei processi; controllo dei costi; aumento della produttività; riduzione degli sprechi.

La norma UNI EN ISO 9001:2015, adottata dal Policlinico militare di Roma, consente di armonizzare i processi basandosi sul ciclo funzionale *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) (**Fig. 1**) permettendo all'organizzazione sanitaria di pianificare i propri processi, le loro interazioni, assicurando che questi siano adeguatamente dotati di risorse e correttamente gestiti.

Si introduce, inoltre, il nuovo concetto di *Risk Based Thinking*, che permette di individuare le deviazioni dei suoi processi pianificati, di mettere in atto controlli preventivi finalizzati a minimizzare gli effetti negativi e contestualmente massimizzare le opportunità.





## Il percorso di qualità del Policlinico militare di Roma "Celio"

### Concetti generali

Il percorso di qualità del Policlinico Militare di Roma è inserito nel disegno più ampio del "Nuovo Celio", il cui studio finalizzato alla individuazione di punti di forza, debolezza, opportunità e minacce dell'organizzazione ospedaliera militare ha consentito di identificare le attività sanitarie di precipuo interesse della Forza Armata inquadrando nelle cosiddette "attività Core" necessarie a garantire l'assolvimento della *Mission* del Policlinico Militare di Roma, individuando gli ambiti clinici che impattano sul trattamento delle patologie poli-traumatiche a cui sono esposti i nostri militari in operazioni.

Le UU.OO. oggetto di certificazione di qualità hanno riguardato: UOC ortopedia e traumatologia; UOC chirurgia generale; UOC anestesia e terapia intensiva; UOC medicina interna; UOC cardiologia e UTIC; UOC diagnostica per immagini; UOC patologia clinica; Farmacia.

Insieme alle unità cliniche, sono state avviate alla certificazione anche strutture organizzative di governo come: l'Ufficio Governance Clinica e Medicina del Lavoro; il Servizio Rischio Clinico e Qualità; il Servizio di Coordinamento Infermieristico.

La necessità di miglioramento delle prestazioni erogate secondo i principi di efficienza, efficacia e qualità, ha trovato nel modello ISO 9001 validi aspetti per assicurare standard di cura sicuri ed appropriati per i pazienti del Policlinico militare. Inoltre, la citata norma internazionale è già adottata in ambito trasfusione militare, nonché ampiamente diffusa in moltissime strutture di eccellenza sanitaria nazionali.

### Fasi operative del percorso di certificazione

Il percorso del Policlinico, finalizzato all'implementazione di un SGQ ed alla sua certificazione, ha richiesto per il suo sviluppo un approccio metodologico ed operativo finalizzato ad armonizzare i processi coinvolti.

I lavori, iniziati nel mese di Novembre 2018 sotto la guida della Direzione sanitaria e ospedaliera e con il coordinamento tecnico del *Team Qualità* dell'Ufficio Governance Clinica e Medicina del Lavoro, ha previsto l'articolazione di specifici STEP procedurali di seguito elencati: analisi del contesto; individuazione dei processi e analisi dei rischi; procedure trasversali; procedure interne; implementazione software gestionale; risorse umane; audit di sistema e interni; realizzazione di percorsi diagnostico terapeutici assistenziali; politica; obiettivi per la qualità; riesame della direzione; formazione in materia di qualità.

### Analisi del contesto

Nei mesi di Novembre 2018-Febbraio 2019 è stata eseguita una analisi SWOT per ogni singola unità operativa portata in certificazione al fine di cogliere le peculiarità precipue di ogni contesto clinico assistenziale e predisporre un conseguente ed attagliato piano di miglioramento.

Lo strumento della SWOT, utile per la pianificazione in ogni contesto produttivo, evidenzia i punti di forza e di debolezza di una organizzazione riguardo ad aspetti inerenti la tipologia di attività svolte, le risorse umane presenti, gli aspetti strutturali che influenzino le prestazioni e le risorse finanziarie disponibili.

La SWOT evidenzia inoltre le minacce e le opportunità che possono prospettarsi ad opera di soggetti esterni quali clienti, fornitori, concorrenza, Enti terzi, Università, ecc.

Dal riesame dei documenti prodotti nelle diverse realtà operative è stata quindi estrapolata una SWOT globale, al fine di evidenziare criticità trasversali e comuni punti di forza che permettessero di orientare e pianificare strategie comuni di cambiamento/miglioramento.

### Individuazione dei processi e analisi dei rischi

Nel periodo Febbraio-Aprile 2019, acquisita l'analisi di contesto, è stato svolto presso le UOC interessate alla certificazione un lavoro atto ad identificare ed analizzare nello specifico i principali processi coinvolti in ambito assistenziale.

A tal fine si è utilizzata la metodologia FMEA/FMECA (*Failure mode and effect analysis*), che consiste in un potente strumento proattivo di *Risk Management* utile ad evidenziare punti critici e rischi connessi al verificarsi di un eventuale errore/evento avverso.

L'analisi avviene mediante la costruzione di apposite matrici operative descrittive nel dettaglio i singoli processi e valutando gli eventuali coefficienti di rischio basati sulla probabilità, impatto e rilevanza. Gli scostamenti dal *range* di accettazione potranno essere rivalutati attraverso un piano di miglioramento o mitigazione del rischio.

### Procedure operative trasversali

Parallelamente alla analisi dei processi delle singole unità operative, nel primo semestre del 2019 sono stati analizzati alcune attività trasversali, ovvero filiere operative che interessano più settori del Policlinico Militare elaborando per questi procedure cliniche di sistema secondo i requisiti della norma ISO 9001: tenuta sotto controllo dei documenti (UG 7\_5\_1 Rev 00); azioni correttive e miglioramento continuo (UG 10\_1 Rev 00); controllo non conformità (UG 8\_7\_1 Rev 00); gestione delle risorse umane e formazione (UG 7\_1\_1 Rev 00); audit al Sistema di Gestione Qualità (UG 9\_2\_1 Rev 00); gestione del paziente in anestesia (UOCHIR 8\_5\_1 Rev 00); gestione del paziente chirurgico e check-list (UOCHIR 8\_5\_1 Rev 01); sterilizzazione (UOCHIR 8\_5\_1 Rev 00); gestione dei campioni diagnostici (UOPAT 8\_5\_1 Rev 00); gestione dei farmaci (FARM 8\_5\_1 Rev 00).



### Procedure/istruzioni operative interne

Le attività di audit condotte nelle unità operative interessate hanno reso necessario anche la redazione di procedure/istruzioni operative interne al fine di standardizzare e monitorare le attività clinico-diagnostiche interessate.

### Implementazione software gestionale

Un sistema qualità è per definizione un assetto documentato e basato sulle evidenze.

Pertanto, si è reso necessario disporre di un software gestionale che permettesse la gestione del parco documentale della Qualità, idoneo a prevedere vari livelli di redazione, validazione e approvazione dei documenti, nonché costituire un percorso facilitante per la segnalazione di non conformità e vari messaggi informatici alert.

### Risorse umane

La Qualità di una organizzazione sanitaria non può prescindere dal grado di appropriatezza e competenza con cui vengono erogate le prestazioni.

Come richiesto dalla norma è stato svolto un lavoro di mappatura degli organigrammi funzionali delle UOC in esame e formulate le *job description* previste per ciascuna figura professionale.

Sono stati inoltre tracciati dei percorsi per l'inserimento del neo-assegnato, la valutazione delle competenze e l'evidenza del mantenimento delle stesse.

### Audit di sistema e interni

L'*audit* rappresenta un'attività indipendente e standardizzata propria della *clinical governance* che permette di verificare se requisiti /obiettivi specificati siano stati soddisfatti.

Nei mesi di Settembre-Ottobre 2019 le unità oggetto di certificazione sono state sottoposte ad *audit* interni dal *team* qualità dell'Ufficio Governance Clinica e Medicina del Lavoro con il supporto della società di consulenza esterna.

Inoltre, sono stati condotti anche *audit* clinici a seguito di eventi avversi o significativi come strumento di *Risk assessment e Risk management*.

### Realizzazione di Percorsi Diagnostico Terapeutici Assistenziali

I PDTA rappresentano uno strumento di pianificazione efficace ed efficiente in grado di raccontare tutte le fasi di diagnosi-cura-assistenza e riabilitazione.

Lo scopo è quello di uniformare l'approccio clinico a determinate categorie di pazienti, descrive una metodologia mirata alla condivisione dei processi decisionali e dell'organizzazione dell'assistenza per un gruppo specifico di pazienti durante un periodo di tempo ben definito.

I PDTA devono includere una chiara esplicitazione degli obiettivi e degli elementi chiave dell'assistenza basata sulle più recenti *Evidence Based Practice* della letteratura, devono facilitare le comunicazioni tra i membri del team, i caregivers e i pazienti.

La costruzione di Percorsi Diagnostico Terapeutici Assistenziali nel Policlinico Militare appare il più ambizioso e strategico delle fasi che hanno costituito il percorso verso la Certificazione, ponendo già da ora le basi per raggiungere quei requisiti organizzativi richiesti ed essenziali in ottica di Accredimento Istituzionale.

Si tratta di adottare un sistema che codifichi i diversi percorsi assistenziali in maniera equa e trasparente, , adattando le linee guida al contesto e rendendolo uno strumento operativo. Il PDTA costituisce un requisito fondamentale per inserirsi in percorsi sanitari aperti alla rete della sanità civile.

L'appropriatezza dei trattamenti consentirà inoltre una corretta valorizzazione secondo il calcolo dei DRG, permettendo quindi di coniugare gli obiettivi di miglioramento dell'*outcome* dei pazienti e di sostenibilità della struttura che sono elementi essenziali e irrinunciabili per ogni *project management* in ambito sanitario.

Nell'ambito della realizzazione del progetto della Qualità sono stati redatti quattro PDTA dal titolo: Scompensamento cardiaco; Insufficienza respiratoria acuta delle BPCO; Occlusione intestinale; Frattura di gamba.

Gli stessi, sono stati presentati in ambito di un evento residenziale, rivolto al personale sanitario del Policlinico Militare di Roma in data 14-15 ottobre 2019.

### Politica per la Qualità

La Politica del Policlinico militare di Roma, formalizzata dal Direttore del Policlinico Militare di Roma, fornisce chiara espressione della *Mission* e *Vision* che l'Organizzazione sanitaria deve perseguire. Inoltre, è uno strumento che descrive le intenzioni del *management* nel miglioramento dei processi sanitari ed è orientato sia alla soddisfazione dell'utenza sia a quella degli operatori interni e dei fornitori. Si fonda su tre obiettivi principali:

1. mantenere sempre elevato il livello di soddisfazione delle parti interessate;
2. agevolare il processo partecipativo e di consapevolezza tra il personale;
3. effettuare ogni valutazione sulla base di evidenze oggettive e nel rispetto delle norme.



## Obiettivi per la qualità:

Il Policlinico militare di Roma ha tradotto la sua Politica in chiari obiettivi per la qualità in linea con il piano strategico e con le relative modalità per il loro raggiungimento. Gli stessi devono essere definiti attraverso: individuazione dell'obiettivo; risorse necessarie per il conseguimento; responsabilità e coordinamento; misurazione e monitoraggio degli indicatori; tempistica prevista di completamento.

I macro obiettivi definiti hanno riguardato essenzialmente gli ambiti del "dual use" dello strumento sanitario militare, enfatizzando concetti come: lo sviluppo di una cultura manageriale ed il potenziamento delle competenze professionali; la sinergia e l'integrazione continua con la sanità civile (convenzioni, accordi, accreditamento); l'alimentazione del polo di formazione universitaria (*teaching hospital*); lo sviluppo e implementazione dei percorsi assistenziali.



## Formazione in materia di qualità

Tenuto conto dell'importanza vitale dei processi formativi destinati al personale interno, si è iniziati, ancor prima dello *start up* del progetto qualità, a formare i futuri referenti qualità del comparto ospedaliero con corsi centrati sulla norma ISO 9001 e finalizzati alla conduzione di audit interni per la formazione di circa 50 operatori sanitari. Tale attività formativa è stata propedeutica al percorso di certificazione e consolidata con ulteriori corsi di perfezionamento per qualifica di *lead auditor* di sistema gestione qualità. Successivamente saranno programmati corsi orientati anche alla *leadership*.

**Riesame della Direzione:** costituisce un'analisi compiuta ad intervalli regolari da parte del Top management per verificare se gli obiettivi della qualità sono stati raggiunti e per valutare come correggere le proprie azioni nel caso in cui siano state registrate delle deviazioni (es. non conformità). In particolare, la struttura, annualmente, verifica la sua organizzazione, i dati in ingresso ed in uscita, i corsi, gli obiettivi proposti, quelli raggiunti e quelli ancora da perseguire. L'esame di tutti i parametri riportati nel verbale del riesame della direzione sfocia nella definizione dei nuovi obiettivi e piani di miglioramento.

Per il Policlinico militare di Roma, il riesame della Direzione ha rappresentato un momento di riflessione, a carattere retrospettivo, basato sull'intero percorso di implementazione del suo Sistema Gestione Qualità ed ha tenuto in considerazione la verifica del raggiungimento dei macro obiettivi definiti e finalizzati all'Accreditamento Istituzionale. Tale momento ha rappresentato, inoltre, il punto "zero" sia per l'analisi periodica degli indicatori che per la *customer satisfaction*, nonché per l'evoluzione del nostro sistema verso principi di efficacia, efficienza e miglioramento continuo.

## Conclusioni

Tale percorso testimonia l'attenzione e l'impegno rivolto dal "Top management" della Forza Armata nei confronti dei delicati compiti della sanità militare e del preciso orientamento verso i reali bisogni dell'utente, militare e civile, del Policlinico militare di Roma.

I nostri pazienti potranno avvalersi di importanti garanzie derivanti dalla Certificazione UNI EN ISO 9001:2015, tra cui: la standardizzazione dei processi di cura, l'implementazione dei percorsi diagnostico terapeutici assistenziali (PDTA), l'analisi e gestione dei rischi e delle opportunità, la condivisione delle procedure organizzative finalizzate a migliorare l'appropriatezza, l'efficienza e l'efficacia dei trattamenti.

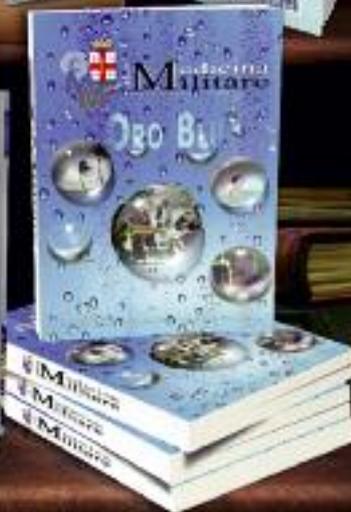
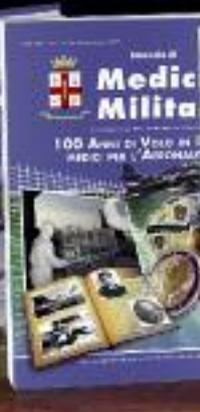
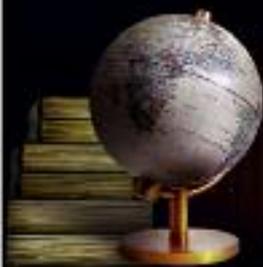
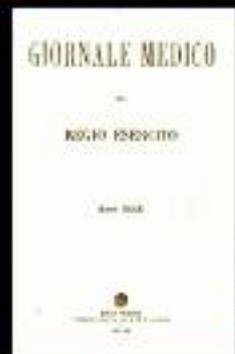
Il Progetto di Certificazione ISO 9001 non si esaurisce con il solo traguardo formale, ma prosegue con un impegno continuo e costante da parte di tutto il personale e dell'Alta Direzione affinché si mantengano gli elevati standard assistenziali raggiunti. Inoltre il Nosocomio militare sarà sottoposto ad audit interni periodici e verifiche annuali da parte dell'Ente certificatore per il mantenimento/rinnovo della certificazione di qualità.

## Bibliografia

**Norma UNI EN ISO 9001:2015**

**Norma UNI EN ISO 19011:2018**

**Norma UNI EN ISO 17021:2015**



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



**postatarget**  
magazine

tariffa Pagata  
 Aut. PT Regione Editoriale SMA/42/128/2005  
 valida dal 04/2008

**Posteitaliane**