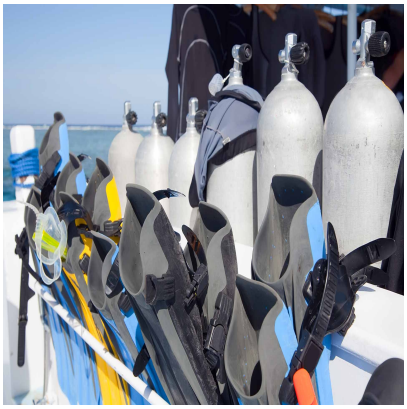

La medicina dello sport e l’atleta tattico in immersione: la valutazione del profilo di rischio cardiovascolare mediante analisi multiparametrica

Descrizione

L. Stefani[1]; M. Orlandi[1]; F. Sofi1; G. Mascherini[1]; CA G. Meloni[2]; CV F. Buonaccorsi[3]; T.V. E. Moccia[4]; TV F. Di Pumpo[4]

1 Dipartimento di Medicina sperimentale e clinica – AOU Careggi – UNIFI – Firenze

2 Contrammiraglio Medico Marina Militare, specialista in Cardiologia e Medicina Subacquea ed Iperbarica, Dipartimento Marina Nord (Spezia)

3 Capitano di vascello Capo Nucleo Pubblica Informazione di COMSUBIN

4 Ufficiale Medico, Diving Medical Physician Level 2D-2H, Comando Raggruppamento ed Incursori (COMSUBIN), Le Grazie/Portovenere (SP)

Gli Atleti Tattici sono una categoria speciale di soggetti appartenenti alle Forze Armate che praticano diverse tipologie di sport come attività occupazionali e professionali, spesso in condizioni impegnative, critiche ed a tratti difficili.

Non ci troviamo pertanto di fronte ad un settore della medicina dello sport dove si attua la ricerca della *performance* e dell’ottimizzazione del gesto atletico in senso “sport specifico“, ma di fronte ad una condizione sportiva spesso “estrema” che risente di un elevato livello di stress psico-fisico per la profonda modificazione dello stile di vita nonché per l’elevato impatto ambientale operativo.

Non è attualmente previsto un protocollo dedicato alla idoneità sportiva all’interno del nostro regolamento COCIS, anche nella sua versione più aggiornata del 2023. Questo anche in particolare per alcuni corpi speciali come gli incursori, subacquei e sommozzatori sempre più impegnati in interventi sul territorio oltre che in settori militari ma controllati comunque secondo specifici rigorosi protocolli clinici valutativi.

Tuttavia, per queste categorie, in particolare per coloro che si allenano o che operano in ambiente subacqueo, esiste una potenziale esposizione ad un elevato profilo di rischio cardiovascolare, sia cronico che acuto.

Fisiopatologia dell’immersione (TV dott. F. Di Pumpo)

L’immersione subacquea rappresenta una condizione fisiologica particolare che mette alla prova il sistema cardiovascolare, soprattutto negli atleti tattici. Capire come il cuore e i vasi si adattano all’ambiente acquatico è fondamentale per valutare l’idoneità, prevenire rischi e ottimizzare la performance.

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze

L’immersione causa una centralizzazione dei liquidi, con aumento del ritorno venoso e del precarico. Questo favorisce una risposta bradicardica e variazioni della pressione arteriosa. Predomina il tono vagale, con riduzione della frequenza cardiaca e vasocostrizione periferica, specie in acqua fredda o durante apnea.

In immersione sono frequenti bradicardia sinusale e aritmia sinusale respiratoria; più raramente si osservano alterazioni transitorie della ripolarizzazione, di solito fisiologiche e reversibili.

All’ambiente estremo, si associano altri fattori di rischio dovuti ad una gestione non ottimizzabile dell’alimentazione, del ritmo sonno-veglia, indotto da allenamenti praticati in orari notturni con incremento del profilo di rischio cardiovascolare e dell’incidenza di aritmie semplici e complesse.

La strutturazione ed il mantenimento negli anni di uno stile di vita in parte alterato, genera potenzialmente i presupposti per un maggior rischio di infortuni, di eventi cardiologici acuti e cronici nonché di un accorciamento della longevità professionale, aspetto da tutelare nel tempo.

In occasione di un incontro scientifico che si è tenuto c/o la AOUC – Careggi in ottobre 2025 “La medicina dello sport e l’atleta tattico in immersione”, molti di questi aspetti sono stati approfonditi sia da medici dello sport che da esperti di medicina subacquea ed iperbarica appartenenti alla Marina Militare. Non sono mancati gli interventi di esperti di composizione corporea e di alimentazione.

Valutazione cardiovascolare (dott.ssa L. Stefani, dott.ssa M. Orlandi)

Una delle metodiche più innovative per la medicina dello sport rivolta all’atleta tattico è stata la messa a punto di un sistema di registrazione, utilizzato in superficie ma ottimizzato anche per l’ ambiente subacqueo, che consiste in una registrazione mediante un particolare Holter chiamato “ ROOTI “ che ha la possibilità di riassumere contemporaneamente le informazioni di un Holter ECG con studio dell’andamento dell’HRV e delle aritmie, dell’Holter pressorio, dell’andamento del sonno e quindi di evidenziare in categorie di atleti tattici diversi comportamenti e profili di rischio diversi.

È stato svolto uno studio pilota di confronto fra atleti tattici della Marina Militare (incursori e palombari) ed un gruppo di controllo di soggetti sani, che sono stati studiati con ROOTI per almeno 24 ore. La valutazione è stata anche comprensiva di una sessione di allenamento specifica, in superficie, per queste categorie. I tre gruppi, comparabili per età e BMI, non hanno mostrato differenze significative sotto il profilo cardiologico: in particolare, i principali parametri analizzati (FC media, massima e minima, QTc medio, trend aritmico, trend pressorio) erano simili, nonostante il gruppo dei palombari mostrasse valori più elevati di pressione sistolica diurna (incursori 121±9, palombari 126±6, controlli 123±2 mmHg, p 0.02) e di RPP.

Quest’ultimo parametro, calcolabile con ROOTI che scaturisce dal prodotto pressione-frequenza, è simile al doppio prodotto ed ha mostrato i seguenti risultati: incursori 7897±3989, palombari 1261±1959, controlli: 8795±3151, p 0,03). Il gruppo dei palombari mostrava anche una più alta percentuale di soggetti Dipper nel trend pressorio notturno (85%, vs incursori 60%, vs controlli 45%).

L’analisi della bilancia simpato-vagale ha mostrato una tendenza ad essere simpatico-dominante in tutte e tre le categorie, senza differenze significative. Ad esempio, per l’ANS è un parametro di stima del bilancio simpato-vagale i valori normali sono fra 0.8 e 3. Un valore più basso indica una dominanza parasimpatica mentre valori più elevati si associano ad una dominanza simpatica. I nostri dati hanno mostrato 2.3±0.5 negli incursori, 2.3±0.4 nei palombari, 2,6±0.6 nei controlli (Figura 1). Tali dati potrebbero essere messi in relazione con l’impatto di stress specifico di questa categoria, ma che comunque non risulta essere superiore ai controlli

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze

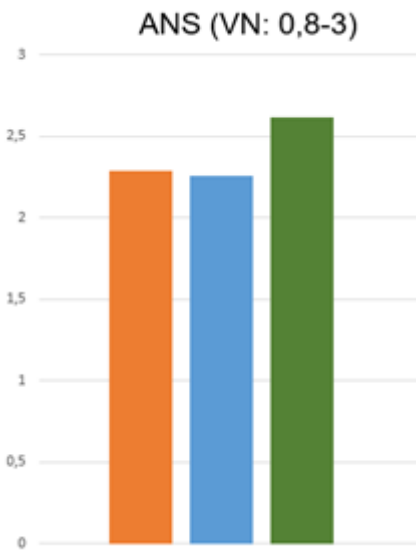

Figura 1: ANS nei tre gruppi. In arancio gli incursori, in blu i palombari, in verde i controlli.

L'analisi dell'andamento del sonno (figura 2) ha evidenziato lievi alterazioni in tutte le categorie analizzate: ad esempio il WASO (risvegli dopo l'addormentamento, VN < 30 min) era di circa 50,6±11,1 min nei palombari ed ai limiti superiori della norma per le altre due categorie, mentre il tempo di addormentamento (*Late Onset*, VN < 30 min) era aumentato sia negli incursori (41 min) che nei palombari (37 min), normale nei controlli (22 min). Anche l'efficienza del sonno (VN >85%) era ridotta in tutti e tre i gruppi (80% negli incursori, 82% nei palombari, 84% nei controlli), mentre il tempo di sonno profondo (VN>15%) era conservato in tutte le categorie analizzate. Nonostante ciò, non si evidenziava un rischio aumentato di apnee notturne.

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze

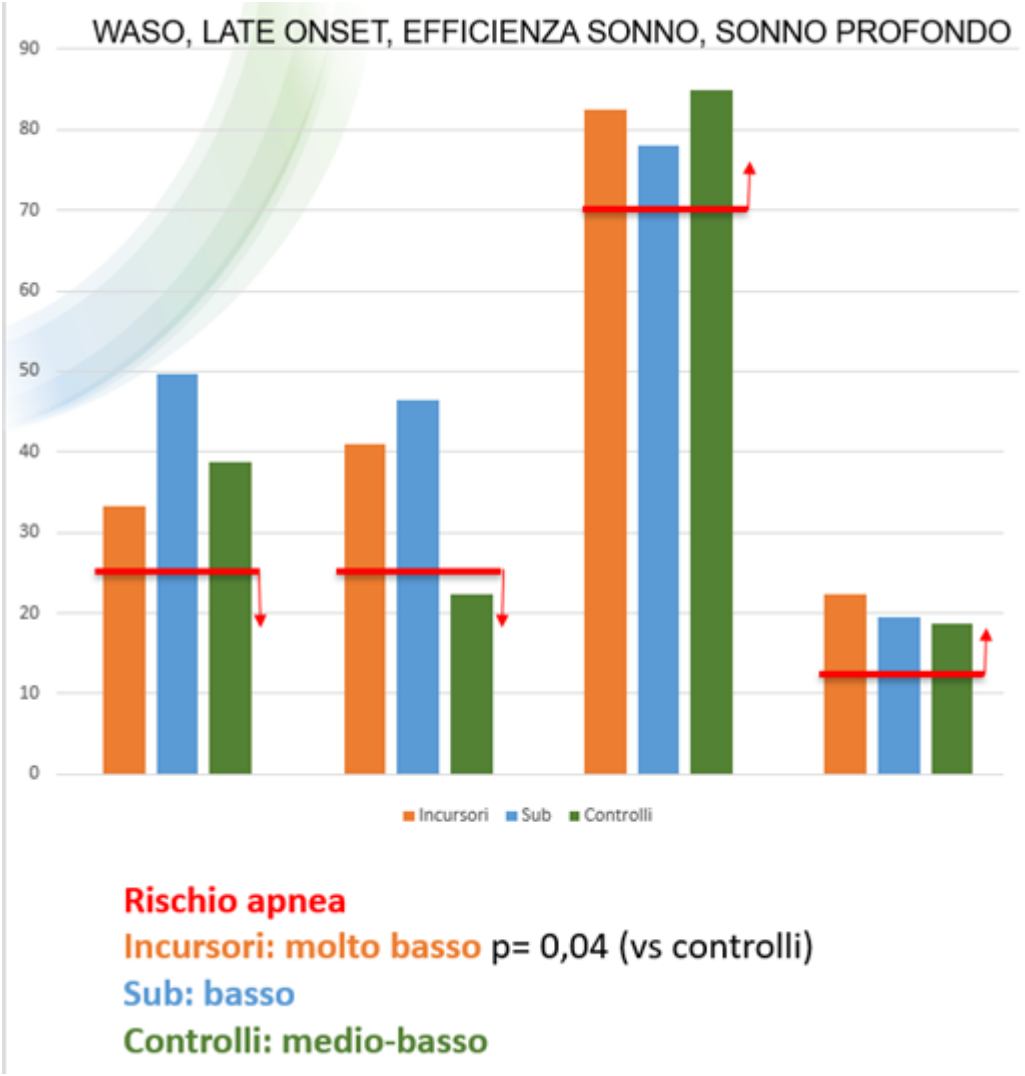

Figura 2: principali parametri dell'andamento del sonno. Le linee e le frecce rosse indicano i valori di normalità.

Sembra pertanto possibile l'applicazione di tale metodica nell'analisi ed a completamento della valutazione degli sportivi che operano in tali settori garantendo, almeno per la fase di allenamento effettuata in superficie, una reale valutazione del periodo di *training*.

HRV nell'atleta tattico (T.V. dr. E. Moccia)

Altri aspetti specifici hanno riguardato le esperienze della Marina Militare proprio sull'HRV in ambiente subacqueo.

Nel corso dell'incontro sono stati inquadrati i principali dati di letteratura sull'impiego dell'*HRV (Heart Rate Variability)* nel monitoraggio del subacqueo, in particolare in condizioni di immersione in acqua fredda, aumentato carico respiratorio e stress operativo, evidenziando come la modulazione simpato-vagale vari in modo dinamico nelle diverse fasi dell'addestramento. La Marina Militare ha inoltre presentato un proprio studio sperimentale sul cappuccio della muta, il cosiddetto "Mefisto", condotto in condizioni controllate mediante analisi dell'*HRV*, finalizzato a valutare l'impatto delle differenti configurazioni dell'equipaggiamento cranio-facciale sull'equilibrio autonomico. I risultati preliminari suggeriscono che anche elementi apparentemente minori del *gear* possano contribuire allo stress autonomico dell'atleta tattico, offrendo spunti per una più accurata valutazione del rischio cardiovascolare e per una maggiore personalizzazione degli ausili protettivi.

Composizione corporea negli atleti tattici (Prof. G. Mascherini)

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze

La valutazione della composizione corporea nel settore specifico ha un ruolo fondamentale nella valutazione iniziale dell'atleta ai fini dell'arruolamento e del rilascio della idoneità. In questo senso l'approccio si discosta da quello tradizionale medico sportivo, dove la valutazione dei parametri di composizione corporea non sono dirimenti per il rilascio del certificato.

Ai fini dell'idoneità al servizio per l'ammissione alle Forze armate è stabilità inabilità permanente sulla base dell'Indice di Massa Corporea (I.M.C.) e del sesso da direttive tecniche e decreti del Ministero della Difesa:

- maschi IMC > 30 o < 20;
- femmine IMG > 28 o < 18.

Un soggetto può essere giudicato idoneo anche se supera i limiti di peso, a condizione che l'eccesso sia dovuto prevalentemente alla massa muscolare piuttosto che alla massa grassa (FM) rispettando valori limite specifici per la composizione corporea (effettuata tramite strumentazione di impedenza bioelettrica), con maschi tra il 7% e il 22% di FM e femmine tra il 12% e il 30% di FM.

Viene approfondita la funzionalità muscolare misurandone la forza tramite strumentazione handgrip, con requisiti minimi di > 40 kg per i maschi e > 20 kg per le femmine.

È dimostrato come un'elevata percentuale di grasso corporeo aumenti il rischio di malattia da decompressione, mentre una bassa massa muscolare è associata a maggiori rischi di traumi.

Uno studio longitudinale di 15 anni sui sommozzatori militari finlandesi ha rilevato che, sebbene mantengano una massa muscolare sufficiente, si verifica un aumento significativo del BMI e della massa grassa con l'aumentare dell'età.

Digestione in ambiente critico (CA dr G. Meloni)

Di fondamentale importanza risulta l'attenzione verso la digestione da una parte e l'alimentazione dall'altra che, soprattutto in questa categoria dovrebbe richiamare indicazioni non scontate ed atte a ridurre il profilo di rischio CV. I processi digestivi in relazione all'attività d'immersione vengono spesso non sufficientemente focalizzati comportando, di conseguenza, significativi rischi per la sicurezza del subacqueo, potendosi giungere fino alla lacerazione del tessuto gastrico, come riportato anche in letteratura. Scalino termico, tempi di digestione in relazione alle caratteristiche dell'ultimo pasto consumato, concomitanti patologie dell'apparato gastro-intestinale rappresentano fattori di cui tener conto in relazione alla specifica attività di settore da svolgere.

Alimentazione in ambiente critico (prof. F. Sofi)

L'atleta tattico è di fatto un atleta il cui dispendio energetico risulta estremamente elevato perché associato spesso e volentieri a situazioni logistiche stressanti che ne aumentano ulteriormente il livello di energia consumata. Questo fa sì che le indicazioni nutrizionali debbano essere concentrate a supportare l'atleta con energia adeguata, che provenga principalmente da carboidrati complessi e da proteine per il mantenimento della componente muscolare. Il *timing* di assunzione dei pasti, soprattutto prima dell'attività fisica, è di particolare importanza, ma purtroppo non sempre di facile effettuazione a causa delle tempistiche non sempre prevedibili delle attività.

Concludendo, negli atleti tattici la valutazione multiparametrica può essere utile per una corretta caratterizzazione del profilo di rischio. Nonostante sia stata un'indagine preliminare, il monitoraggio ROOTI potrebbe essere utile per la valutazione della salute cardiovascolare in specifiche categorie di soggetti, anche in condizioni particolari di allenamento. Un uso più estensivo potrebbe essere proposto nelle fasi di arruolamento per individuare soggetti a rischio o per indirizzare il *training* al fine di migliorare il profilo di rischio.

laura.stefani@unifi.it

CATEGORY

1. Scienza e professione

Categoria

1. Scienza e professione

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze

Data di creazione
13/01/2026
Autore
redazione-toscana-medica
Campi meta

Nome E Cognome Autore 1 : Laura Stefani
Nome E Cognome Autore 2 : M. Orlandi; F. Sofi; G. Mascherini; G. Meloni; F. Buonaccorsi; E. Moccia; F. Di Pumpo
Views : 1172

Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri Via G.C. Vanini, 15 – 50129 Firenze Tel. 055 496522 Fax 055 481045 email protocollo@omceofi.it. Copyright by Ordine dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri della Provincia di Firenze