

La strumentazione classica e le nuove acquisizioni

M. Melucci

La Sezione di Fisiopatologia subacquea ha visto negli anni il passaggio delle più sofisticate apparecchiature per la ricerca biologica in campo subacqueo ed iperbarico.

Soprattutto in passato ad iniziare dagli anni 80 ha vantato una capacità operativa invidiabile alla quale si univa uno spirito di squadra che stimolava collaborazioni sia col mondo scientifico civile che con quello interforze.

Le attività di ricerca per oltre 30 anni hanno ruotato intorno ad sofisticato simulatore di immersione profonda detto anche Impianto Iperbarico Idropneumatizzato Galeazzi. L'impianto consta di due camere sferiche sovrapposte e di due camere cilindriche. La diversa forma geometrica dei locali sottendente diverse specifiche pressorie la più elevata in corrispondenza delle sfere. Le pressioni operative delle camere sferiche era di 30 bar mentre le camere cilindriche potevano raggiungere una pressione di 20 bar, mentre il volume totale di tutti gli ambienti era di quasi 18 m³.

La peculiarità di questo impianto era la possibilità di poter riempire una delle sfere con acqua e permettere quindi addestramenti in un habitat marino, ma allo stesso tempo protetto e controllato, mentre la pressurizzazione di tutti gli ambienti poteva avvenire con aria o miscele sintetiche elio-ossigeno.

A garantire il funzionamento della struttura concorrevano diverse apparecchiature come il sistema Life Support che comprendeva una pompa soffiante, un gruppo di depurazione CO₂, un gruppo di deumidificazione, un gruppo di ossigenazione che immetteva ossigeno tramite un comando manuale a richiesta, un gruppo riscaldatore per garantire una temperatura del microclima sempre ottimale.

Altra importante caratteristica di questo impianto è la presenza di un penetratore elettrico multipolare a 40 connettori integrato in entrata ed in uscita con connettore a vaschetta a 15 e 25 pin compatibile con l'apparecchiatura per mapping cerebrale Brain Surveior. Questo permetteva di poter registrare tracciati EEG durante le immersioni.

Tra le altre apparecchiature presenti in quegli anni nella Sezione troviamo:

Gas Cromatografo HP 5890 II serie.

Tale strumento era composto da un gas cromatografo in grado di campionare tramite valvole pneumatiche il gas da analizzare e quindi di separare i costituenti per mezzo di filtri fisici posti all'interno di un forno. L'apparecchio era asservito ad un microprocessore che fornisce il profilo grafico e i valori numerici dell'analisi effettuata.

Spettrometro di massa multi gas MS2.

Si tratta di un apparecchio per uso clinico e di laboratorio che permetteva l'analisi e la misura continua di gas quali l'ossigeno, l'anidride carbonica, l'argon, l'elio, l'azoto o gas anestetici fino a masse molecolari 50.

Brain Surveior – Elaboratore per analisi spettrale ed elaborazione di segnali encefalografici e cardiologici.

Esso era in grado di eseguire una analisi spettrale on line a 24 canali per epoche che vanno da 2 secondi a 32 secondi nel range di frequenza 0-16 Hz o 0-32 Hz.

Fra le varie possibili rappresentazioni vi erano le seguenti: mappe colorimetriche di 4 differenti bande di frequenza; valori numerici, assoluti e percentuali e presenza dominante, trends di spettro di potenza.

Inoltre era in grado di fare l'averaging e rappresentare su schermo fino a 24 canali di potenziali evocati.

Analizzatore Berg Fourier

Esso permetteva la pre amplificazione EEG e testina;
pre amplificazione del segnale EEG su testina ;
reiezione automatica e manuale degli artefatti;
indicazione della resistenza degli elettrodi;
elaborazione Berg Fourier Analyzer

Neurograph

Elettroencefalografo a 18 penne; 16 canali EEG, completo di stimolatore, lampada e accessori.

Monitor Transcutaneo PO₂/PCO₂

Tale apparecchiatura permetteva la misurazione continua, fino ad un tempo di 8 ore, della pressione parziale transcutanea dell'O₂ e della CO₂, offrendo dati di enorme importanza nell'ambito dell'ossigeno terapia iperbarica in casi di infezioni da batteri anaerobi, orientando le strategie mediche.

La Sezione di Fisiopatologia possedeva un braccio operativo che era Nave ANTEO, essa è un'unità di salvataggio con a bordo un doppio impianto iperbarico capace di operare sia con immersioni di intervento che con immersioni in saturazione e se necessario assolvere il ruolo di camera iperbarica curativa.

Durante le campagne addestrative o le missioni operative il personale della Sezione di Fisiopatologia si trasferiva a bordo portando con sé alcune apparecchiature per il monitoraggio dei parametri biologici.

Le nuove acquisizioni a partire dal 2009 si sono proiettate esclusivamente sul versante della neurologia, ritenuta molto significativa per lo studio degli effetti dei gas sintetici ad alte pressioni e durante l'attività subacquea lavorativa. È stato quindi importante acquisire nuove tecnologie per poter ripercorrere esperienze passate, con apparecchiature all'avanguardia come le seguenti.

Sistema di elettroencefalografia digitale

Sistema composto da una stazione di registrazione EEG estremamente compatta per l'acquisizione di tracciati EEG ed ECG sia in modo ambulatoriale che come una normale stazione fissa digitale.

Uso dell'amplificatore EEG con connessione USB e Bluetooth direttamente al PC. Utilizzo di sistema di acquisizione "Dense array EEG recording NET" a 32 canali.

Tale sistema permette il montaggio degli elettrodi sul paziente in tempi estremamente ridotti senza necessità di abrasione o pulizia della cute con tempi di registrazione superiori a 2 ore.

Il sistema ambulatoriale registra EEG fino a 32 canali per più di 20 ore con batteria LiOn ricaricabile tramite porta USB.

Questo nuovo sistema aprirà nuovi orizzonti alla ricerca per primo il Bluetooth che permette la registrazione di tracciati EEG in camera iperbarica senza che la stessa subisca interventi di modifica strutturale per il passaggio di cavi al suo interno, ma attraverso il Bluetooth ed i suoi oblò che ne permettono il passaggio è possibile registrare un tracciato EEG di alta qualità.

Il sistema ambulatoriale invece spinge la ricerca verso la registrazione di tracciati EEG in acqua inserendo uno di questi registratori dalle dimensioni ridotte all'interno di un casco inventato dal personale militare e civile che orbita intorno alla Sezione, che indossato sopra una speciale cuffia cablata e collegata al registratore ne permette il funzionamento anche in profondità senza che l'acqua rappresenti un problema.

Cuore del casco è un sistema di speciali valvole che permettono una leggera sovra pressione interna e la circolazione di aria asciutta sullo scalpo, il nome di questa fondamentale invenzione è "Casco PasSor".

La forte proiezione nel futuro che la registrazione di un tracciato EEG in acqua rappresenta dà a questa ricerca luci ed ombre, in quanto solo pochi riescono a capirne gli straordinari vantaggi che porterebbe l'utilizzo di dati acquisiti in ambiente subacqueo puro molto vicino a quello operativo. La difficile comprensione di tale importanza non permette a questa ricerca di procedere su binari preferenziali evitando rallentamenti che ne compromettono l'efficacia.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Gagliardi R, Faralli F. Apparecchiature per la ricerca scientifica. *Giornale di Medicina Militare* 1995; 4: 495-506.

Pastena L, Formaggio E, Faralli F, et al. Bluetooth communication interface for EEG signal recording in hyperbaric chambers. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2015; 23: 538-47.

Dott. Massimo Melucci, Luogotenente, Marinferm, La Spezia

Per la corrispondenza: massimo.melucci@me.com