

LA VALUTAZIONE FUNZIONALE DELL'APNEISTA

B. Balicco*, B. Sgherzi*, L. Torcello**, A. Vernocchi***

ARCHIVIO RUOCCO

* C. Medicina dello Sport USSL 29 di Bergamo

** Istituto Iperbarico di Zingonia

*** Laboratorio di Analisi Ospedali Riuniti di Bergamo

La valutazione dell'atleta praticante l'apnea prolungata profonda (APP) può essere effettuata sia mediante test a secco che in acqua.

Per esperienza diretta possiamo affermare che i test effettuati in acqua comportano difficoltà ed oneri molto superiori rispetto a quelli effettuati in laboratorio; tali difficoltà sono imputabili sia al costo dei trasferimenti che al rischio di danneggiamento di apparecchiature d'analisi sovente assai delicate.

Esiste poi un'obiettiva difficoltà ad effettuare manovre tecniche in barca ed in acqua.

Per questi motivi abbiamo standardizzato alcune metodologie d'indagine da eseguirsi a secco in un qualsiasi laboratorio predisposto per la valutazione funzionale dell'atleta.

Tali test sono riassunti di seguito:

- APNEA PROLUNGATA A SECCO A RIPOSO (APSR)
- APNEA PROLUNGATA A SECCO DA LAVORO (APSL)
- APNEE RIPETUTE A SECCO (ARS)
- MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO (VO_2 max) CON DETERMINAZIONE DEL LATTATO EMATICO
- EMATOCHIMICA

APSR

L'apnea prolungata a secco a riposo valuta sia la capacità dell'individuo all'apnea, sia la risposta dell'organismo all'ipossia estrema. Un atleta che pratici le attività sportive subacquee senza bombole è enormemente facilitato nella sua prestazione dalla maggiore capacità di raggiungere tempi di apnea elevati.

Un esempio eclatante di ciò è la facilità con cui Umberto Pelizzari, l'attuale recordman mondiale della profondità e che viene seguito da anni nel nostro laboratorio, raggiunge le sue prestazioni. La freschezza che dimostra al momento dell'emersione è senz'altro legata alla sua capacità a resistere in apnea. Umberto possiede il record mondiale di apnea in piscina con la misura di 7 min e 3 sec. Questa è la dote fondamentale per evitare la sincope all'emersione.

Nel nostro laboratorio Umberto esegue apnee a secco superiori ai 6 min. Per valutare questa qualità abbiamo standardizzato un protocollo che prevede il monitoraggio continuo dell'ECG, il prelievo basale di sangue venoso per l'emogasanalisi, e la determinazione della

percentuale dei gas espirati mediante analizzatore con cella per l'ossimetria e la ciouduometria. L'atleta dopo l'analisi dei dati a riposo esegue una lunga iperventilazione.

Al termine della stessa vengono analizzati i parametri dei gas espirati e venosi, quindi si immerge in una apnea massimale, al termine della quale vengono analizzati nuovamente i gas. Con tale test oltre ad uno screening qualitativo dell'atleta si valutano le risposte cardiovascolari all'ipossia spinta. Sulla base dell'esperienza maturata possiamo consigliare di abbandonare il prelievo ematico per l'emogasanalisi, il quale se utilizzato per la determinazione dell'equilibrio acido base è inutile poichè anche al termine di apnee molto spinte il pool di bicarbonati subisce modificazioni non significative, mentre per quanto concerne l'analisi dello scambio gassoso ematico risulta significativo solo quello arterioso che non ci sentiamo di proporre come metodica allargata a tutti gli atleti.

Lo studio della percentuale dei gas espirati mostra elementi contrastanti:

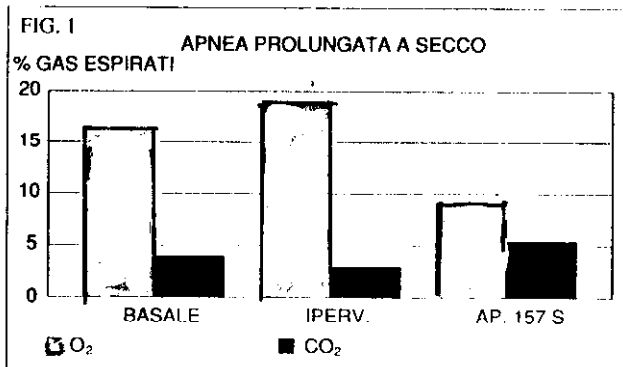
L'analisi delle medie degli atleti mostra l'andamento atteso per quanto concerne il basale, l'iperventilazione e l'apnea. (fig 1)

Ma l'analisi dei tempi di apnea non mostra relazione statisticamente significative fra tempo di apnea e desaturazione in O_2 nè tra tempo di apnea e ipercapnia. (tab. 1)

In pratica l'interruzione dell'apnea non è legata esclusivamente al raggiungimento di valori limite dei gas respiratori.

TAB. 1 APNEA PROLUNGATA A SECCO

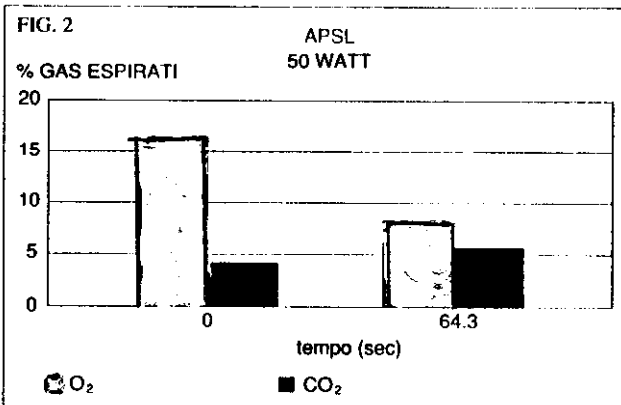
	BAS. O_2	BAS. CO_2	IPER O_2	IPER CO_2	APNEA SEC	% O_2	% CO_2
M.R	16.6	4.0	18.3	3.4	180	8.9	5.7
S.M	18.1	3.3	18.6	2.6	169	7.8	5.1
A.A	14.8	4.9	-	-	166	5.0	6.3
P.U	16.7	3.9	19.2	2.7	261	6.7	5.2
P.M	17.5	3.8	-	-	140	8.5	6.0
D.G	16.9	3.7	-	-	87	14.5	4.4
Z.E	16.4	4.0	-	-	94	10.8	5.0
MEDIA	16.7	3.9	18.7	2.9	157	8.9	5.4
D.S	1.0	0.5	0.5	0.4	59	3.1	0.7



APNEA PROLUNGATA A SECCO DA LAVORO (APSL)

Questo test viene effettuato con la metodologia del precedente, l'atleta però mentre è in apnea esegue un lavoro, in pratica pedala al cicloergometro contro una resistenza di 50 watt.

Questo test riproduce da vicino le condizioni sia dell'atleta di pesca subacquea sia dell'apnea in assetto costante. La fig. 2 mostra l'analisi dei gas espirati.



La desaturazione in O₂ e produzione della CO₂ sono ovviamente molto più rapidi, tuttavia l'analisi dei gas dei singoli atleti non mostra correlazioni significative tra concentrazione dei 2 gas e durata dell'apnea. (tab. 2)

TAB. 2 APSL - 50 WATT

	BAS. O ₂	BAS. CO ₂	IPER O ₂	% O ₂	% CO ₂
A.A	14.8	4.9	61	8.0	5.0
S.M	18.1	3.3	61	8.6	5.5
M.R	16.6	4.0	71	6.4	6.6
MEDIA	16.5	4.1	64.3	7.7	5.7
D.S	1.7	0.8	5.8	1.1	0.8

APNEE RIPETUTE A SECCO

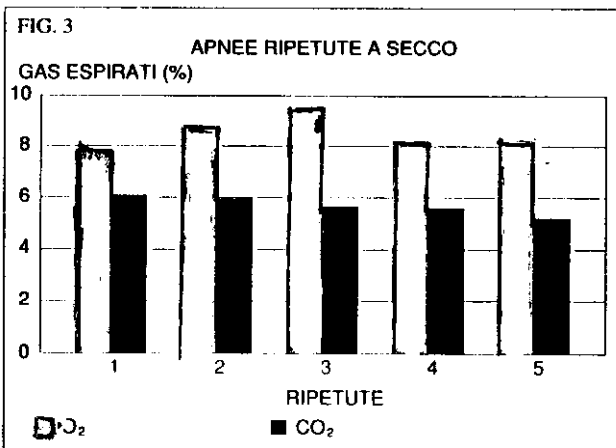
Metodologia come per le precedenti. L'atleta ripete 5 volte apnee di 3 minuti con 3 minuti di

recupero. Al termine di ogni ripetuta si misurano i gas espirati.

Dall'analisi dei medesimi si osserva (fig. 3 e tab 3) che non esistono fenomeni di sommazione tra le ripetute in quanto non esistono variazioni statisticamente significative fra le cinque prove nella composizione dei gas espirati.

TAB. 3 APNEE RIPETUTE A SECCO

RIPETUTE	O ₂ %	CO ₂ %
1	7.7	6.1
2	9	5.9
3	9.6	5.5
4	8.3	5.5
5	8.4	5.1
MEDIA	8.6	5.6
D.S	0.7	0.4



Inoltre gli atleti sono stati sottoposti a prove ripetute di durata progressiva di 30, 60, 90, 120 secondi con recupero di 3 min. (fig.4) e tab. 4 (pag. 8).

In questo caso esiste un indice di correlazione variabile tra individuo e individuo che esprime, comunque, sempre un grado di associazione ottimo con significatività statistica elevata che risulta essere: - negativa, tra le variabili tempo e % O₂; - positiva tra le variabili tempo e % CO₂; - negativa tra le variabili % O₂ e % CO₂.

Da quest'analisi si potrebbe dedurre che esiste comunque relazione lineare tra tempo e % dei gas, cosa peraltro smentite dalle analisi dei test precedenti.

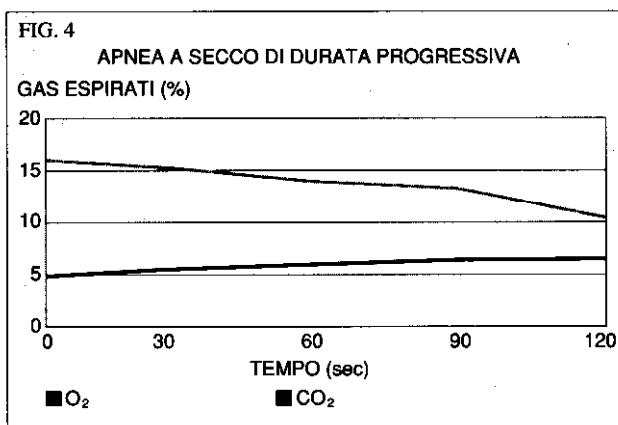
DETERMINAZIONE DEL MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO

L'atleta esegue test da sforzo massimale al treadmill o al cicloergometro durante il quale si valuta il VO₂ max, la FC max. e dopo 4 minuti dal termine dello sforzo si determina la latticemia mediante prelievo capillare.

TAB. 4

APNEA A SECCO DI DURATA PROGRESSIVA

ATLETA	BASALE	BASALE	30 sec	30 sec	60 sec	60 sec	90 sec	90 sec	120 sec	120 sec
	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %
B.A	16.1	5.4	15.8	5.8	14	6.3	13.7	6.6	11	7.6
P.M	17.6	4.2	14.7	6	12.8	6.4	12.2	6.6	9.7	6.8
G.A	16.4	5	16.4	5.1	15.2	5.4	13	6	10.8	6.4
MEDIA	16.7	4.9	15.6	5.6	14	6	13	6.4	10.5	6.7
D.S	0.8	0.6	0.9	0.5	1.2	0.6	0.8	0.3	0.7	0.3



Questa valutazione è determinata per capire l'atleta, le sue doti aerobiche ed anaerobiche.

Riteniamo che per essere apneisti di alto livello non si possa prescindere da una buona preparazione atletica che permette di eseguire la pinnata con il minimo dispendio energetico in relazione alla spinta prodotta.

VALUTAZIONE DEGLI ESAMI EMATOCHIMICI

Abbiamo eseguito sui nostri atleti numerosi test ematochimici che valutare la risposta dell'organismo all'ipossia. In particolare stiamo studiando 3 ordini di fattori

-1) studio dell'emoglobina libera al termine di apnee massimali e ripetute nell'ipotesi di una tendenza all'emolisi causata dall'ipossia. I dati in nostro possesso sia pur suggestivi non sono tali da confermare l'ipotesi

-2) Studio dell'assetto isoenzimatico delle LDH alla ricerca di una predominanza delle forme enzimatiche M4 cioè della frazione di isoenzima che privilegia la trasformazione del lattato in piruvato.

-3) determinazione del 2-3 DPG nell'ipotesi di un aumento del medesimo nell'apneista professionista al fine di facilitare la cessione di O₂ ai tessuti.

La valutazione dei risultati è ancora oggetto di studio.

CONCLUSIONI

I test proposti possono essere effettuati in qualunque laboratorio di medicina dello Sport. I dati ottenuti dal nostro campione di atleti mostra l'andamento previsto dalla letteratura per quanto concerne il depauperamento dell'ossigeno e l'incremento dell'end-tidal CO₂ in funzione del tempo di apnea.

Non esiste tuttavia una funzione lineare fra il tempo di apnea ed i valori di CO₂ ed O₂ ottenuti, tali da giustificare il fenomeno dell'interruzione dell'apnea che probabilmente è legato ad altri fattori non ancora ben chiariti. I dati biochimici in nostro possesso non sono sufficienti ad esprimere un indice di valutazione che possa far predire doti di eccellente apneista, i test di laboratorio possono tuttavia aiutare a selezionare gli atleti che con maggiore sicurezza possono affrontare le prove più pericolose.

BIBLIOGRAFIA

Cross C.E.; B.S. Parker et all. *The determination of total body exchangeable O₂ stores*. J. Clinical Invest. 47: 2402-2410. 1968

Ferretti G., M. Costa et all. - *Aveoral gas composition and exchange during deep breath-old diving and dry breath holds in elite divers*. Am. Phys. S 794-802 1991

Hong S.K., Rahn H., et all. - *Diving pattern, lung volumes, and alveolar gas of the Korean diving women*. J.Appl.Physiol. 18: 457-465, 1963

Maiorca C. - *Depl records:practical considerations*. Physiology of breathnold-diving. 291-294, 1987

Olszowka A.J., Rahn h. - *Gas store changes during repetitive breathnold diving*. in: Man in stressfull environments diving hyper- and hipobaric phjysiology pag. 41-56, 1987

Otis A., H.Rahn et all. - *Performance as related to composition of alveolar air*. Am. J. Phjsiol. 146: 207-221, 1946

Sterba, J., E.G.Lundgren, - *Breathnold duration in man and the diving response induced by face immersion*. Undersea Biomed. Res. 15: 361-375, 1988