



FATI S. **, NASTI G. **, BRANCATI A. **
HELZEL V. ***, e CAMMAROTA B. *

Università di Napoli
Istituto di Medicina del Lavoro I Facoltà
*(Direttore Prof. G. Graziani) **
Cattedra di Igiene Industriale
*(Titolare Prof. S. Fati) ***
Federazione Italiana della pesca Sportiva e Atti-
ività Subacquee - Centro di Medicina Subacquea
*di Napoli ****

Sulla valutazione dell'idoneità all'attività agonistica mediante un test rapido. Ricerche preliminari su un campione di 78 subacquei napoletani. ARCHIVIO RUOCCO

RIASSUNTO. — Gli A. hanno effettuato una analisi multivariata sui risultati di una serie di prove di apnea volontaria ottenuta con diverse modalità e di alcuni parametri biometrici (età, capacità vitale forzata, superficie corporea) in 78 subacquei apneisti, allenati e non allenati.

L'elaborazione dei dati ha mostrato che, almeno nelle condizioni realizzate in queste prove (a secco) l'età, la superficie corporea, la capacità vitale e il grado di allenamento non influiscono sulla durata dell'apnea volontaria e non rappresentano quindi valori di predizione delle prestazioni ottenibili dai soggetti.

PAROLE CHIAVE. — Apnea volontaria - Idoneità - Subacqueo - Immersione.

Scopo della ricerca.

Uno dei problemi più importanti concernenti la sicurezza dell'attività subacquea in apnea, è sempre stato quello di individuare mezzi tecnici e medici di prevenzione della sincope, evento di particolare gravità, responsabile della maggior parte di vittime di questo sport.

Non a caso tutte le organizzazioni sportive che curano il settore subacqueo hanno sentito l'esigenza di promuovere studi al fine di realizzare strumenti di prevenzione ed individuare mezzi che potessero comunque fornire utili informazioni predittive sul comportamento del subacqueo, in base a facili tests eseguibili anche dagli istruttori subacquei.

Su questo tema nel febbraio 1981 la FIPS ha promosso un Convegno Nazionale sulla sicurezza dell'immersione sportiva nel corso del quale è stata ufficialmente introdotta una nuova serie di tests per il controllo dei tempi ottenuti nelle esercitazioni in apnea.

Questi tests o alcuni di essi, potrebbero essere utilizzati al fine di definire, in via predittiva i tempi individuali limite di sicurezza dell'apnea semplice e da sforzo.

Lo studio statistico che presentiamo nasce quindi dall'esigenza di avere a disposizione uno

o più tests di facile applicazione che permettano di prevedere, teoricamente, le capacità di chi si avvicina all'apnea.

Materiali e metodi

La nostra ricerca, che definiamo preliminare in quanto limitata ad un primo gruppo di 78 subacquei, è stata realizzata presso il Centro di Medicina Subacquea della FIPS di Napoli.

Le 78 persone prese in esame sono state divise in due gruppi di cui il primo costituito da 35 persone da noi classificate esperte ed allenate in quanto istruttori FIPS di I° grado, aiuto-istruttori ed apneisti che partecipano ai campionati nazionali di pesca subacquea. Il secondo gruppo composto di 43 persone, selezionate fra 300 candidati che avevano chiesto di partecipare ai corsi per sommozzatori organizzati dalla FIPS, e pertanto da noi classificate non esperte e non allenate.

La perfetta integrità psicofisica dei 78 soggetti è stata stabilita con una accurata visita medica generale corredata da visita ORL, prove vestibolari, visita oculistica, esame elettrocardiografico, prove di funzionalità respiratoria, esame delle urine, come richiesto dalla attuale legislazione

sull'accertamento dell'idoneità all'attività sportiva subacquea.

I 78 soggetti sono stati sottoposti ai tests di apnea proposti dalla FIPS, integrati dalla determinazione della superficie corporea e delle capacità vitale forzata.

È stata quindi effettuata l'analisi statistica della matrice dei dati effettuando inizialmente il calcolo delle statistiche di base per ognuna delle 9 variabili considerate che sono:

VAR. 1 = Età.

VAR. 2 = Superficie corporea.

VAR. 3 = Capacità vitale forzata.

VAR. 4 = Apnea semplice con periodo normale-Inspirazione massima.

VAR. 5 = Apnea semplice con periodo di sofferenza massima.

VAR. 6 = Numero delle contrazioni diaframmatiche.

VAR. 7 = Apnea preparata con periodo normale preceduta da una iperventilazione di 60".

VAR. 8 = Apnea semplice con periodo normale effettuata in espirazione massima.

VAR. 9 = Apnea semplice con periodo normale effettuata in inspirazione massima dopo 30 piegamenti in 60".

TABELLA 1 — *Calcolo statistico di base delle variabili prese in esame (descrizione delle variabili nel testo).*

Variabili	Media	Varianza	S D	Kurtosis	Skewness	Valori Max/Min
VAR 1	25,1	33,3	5,77	-.149	.573	15 / 42
VAR 2	1,8	.02	.15	-.689	-.014	1,5 / 2,1
VAR 3	5735,8	727266	852,79	-.479	.277	3800 / 7800
VAR 4	84,8	772,2	27,78	-.065	.495	30 / 164
VAR 5	105,7	1196,7	34,59	-.497	.440	48 / 192
VAR 6	2,4	12,9	3,60	.011	1,239	0 / 10
VAR 7	132,1	1541,2	39,25	-.696	.114	54 / 216
VAR 8	33,1	231,5	15,21	2,844	1,319	10 / 97
VAR 9	30,3	129,7	11,39	.144	.710	12 / 60

Dalla tabella possiamo notare come l'età media sia di 25 anni, la capacità vitale forzata di 5,8 litri ed il numero medio delle contrazioni diaframmatiche 2,4.

Tutte le curve sono risultate leggermente asimmetriche soprattutto quella della variabile 6 (numero delle contrazioni diaframmatiche) = 1,239 e la variabile 8 (apnea semplice con pe-

riodo normale effettuata in espirazione massima) gamma = 1,319.

Quest'ultima variabile ha una Kurtosis positiva ed elevatissima (2,844).

Si è calcolata poi la matrice di correlazione tra le variabili per evidenziare le eventuali relazioni esistenti tra esse che riferiamo nella successiva tabella.

TABELLA 2 — *Matrice di correlazione delle variabili intesa ad evidenziare le eventuali interrelazioni (Pearson Correlation Coefficients).*

	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6	VAR 7	VAR 8	VAR 9
VAR 1	1.0000 (78) P= .000	.0432 (78) P= .354	.0576 (78) P= .308	.0139 (78) P= .452	-.0021 (78) P= .493	.0180 (78) P= .438	-.0190 (78) P= .434	-.0710 (78) P= .268	-.1535 (78) P= .090
VAR 2	.0432 (78) P= .354	1.0000 (78) P= .000	.5339 (78) P= .000	.0895 (78) P= .218	.0134 (78) P= .454	.0613 (78) P= .297	-.1277 (78) P= .133	-.1422 (78) P= .107	-.1104 (78) P= .168
VAR 3	.0576 (78) P= .308	.5339 (78) P= .000	1.0000 (78) P= .000	.1781 (78) P= .059	.2752 (78) P= .007	.1286 (78) P= .131	.2520 (78) P= .013	-.0384 (78) P= .369	.0495 (78) P= .333
VAR 4	.0139 (78) P= .452	.0895 (78) P= .218	.1781 (78) P= .059	1.0000 (78) P= .000	.8037 (78) P= .000	.3064 (78) P= .003	.6916 (78) P= .000	.3577 (78) P= .001	.4968 (78) P= .000
VAR 5	-.0021 (78) P= .493	.0134 (78) P= .454	.2752 (78) P= .007	.8037 (78) P= .000	1.0000 (78) P= .000	.4190 (78) P= .000	.7626 (78) P= .000	.3774 (78) P= .000	.4504 (78) P= .000
VAR 6	.0180 (78) P= .438	.0613 (78) P= .297	.1286 (78) P= .131	.3064 (78) P= .003	.4190 (78) P= .000	1.0000 (78) P= .000	.3152 (78) P= .002	.2411 (78) P= .017	.2145 (78) P= .030
VAR 7	-.0190 (78) P= .434	-.1277 (78) P= .133	.2520 (78) P= .013	.6916 (78) P= .000	.7626 (78) P= .000	.3152 (78) P= .002	1.0000 (78) P= .000	.4071 (78) P= .000	.4595 (78) P= .000
VAR 8	-.0710 (78) P= .268	-.1422 (78) P= .107	-.0384 (78) P= .369	.3577 (78) P= .001	.3774 (78) P= .000	.4071 (78) P= .017	.4071 (78) P= .000	1.0000 (78) P= .000	.5463 (78) P= .000
VAR 9	-.1535 (78) P= .090	-.1104 (78) P= .168	.0495 (78) P= .333	.4968 (78) P= .000	.4504 (78) P= .000	.2145 (78) P= .030	.4595 (78) P= .000	.5463 (78) P= .000	1.0000 (78) P= .000

Analizzando questa matrice si possono fare alcune considerazioni abbastanza interessanti ossia:

- 1) la assoluta assenza di correlazioni tra la variabile età con tutte le altre variabili, nonostante il range della variabile comprenda soggetti tra i 15 e 42 anni di età;
- 2) anche le variabili superficie corporea e capacità vitale forzata risultano assolutamente incorrelate tra di loro e con tutte le altre variabili;
- 3) esistono tre sole correlazioni numericamente significative e sono quelle tra apnea semplice con periodo normale effettuata in inspirazione massima e l'apnea semplice con periodo di sofferenza massima ($r=0,80$; $p=0,000$); tra l'apnea semplice con periodo normale effettuata in inspirazione massima e l'apnea preparata con periodo normale, preceduta da una iperventilazione di 60" ($r=0,69$; $p=0,000$); e tra l'apnea semplice con periodo di sofferenza massima e l'apnea preparata con periodo normale, preceduta da una iperventilazione di 60" ($r=0,76$; $p=0,000$);
- 4) bisogna però notare, come esistano anche altre correlazioni numericamente non alte ma statisticamente significative.

Da tale analisi si può ipotizzare che le correlazioni sono numericamente basse in quanto l'ampiezza del campione utilizzato nella nostra prima analisi non è eccessiva, per cui è in corso una ulteriore analisi statistica su un campione di ampiezza maggiore, per evidenziare ancora meglio tali relazioni tra le variabili.

Un'altra nostra ipotesi di partenza era data dalla possibilità che, all'interno del campione, esistessero due gruppi di soggetti distinti tra loro. L'ipotesi discriminante per la costruzione dei due gruppi era scaturita dalla considerazione che potesse esistere una sostanziale differenza tra soggetti esperti e allenati e soggetti non esperti e non allenati.

Ricordiamo infatti che il primo gruppo era costituito da 35 soggetti tutti già praticanti l'attività subacquea, mentre il secondo dai rimanenti 43 soggetti, che per la prima volta, si avvicinavano a questa pratica.

TABELLA 3 — Distribuzione dei soggetti all'interno dei gruppi.

		Allenati	Non Allenati	Totale Soggetti
Classificazio- ne iniziale	1° Gruppo	35		35
	2° Gruppo		43	43
Cluster su tutte le variabili	1° Gruppo	21	29	50
	2° Gruppo	14	14	28
Cluster con le 3 compo- nenti prin- cipali	1° Gruppo	14	28	42
	2° Gruppo	21	15	36
Cluster con variabili 8 e 9	1° Gruppo	18	31	49
	2° Gruppo	17	12	29

Per verificare tale ipotesi si è utilizzata l'analisi dei gruppi (Cluster analysis) che ha mostrato, come si evince dalla tabella, come questi gruppi non siano affatto distinti tra loro alle 9 variabili

considerate, in quanto il primo è costituito da 21 soggetti appartenenti agli allenati e 29 non allenati, mentre il secondo gruppo da 14 allenati e 14 non allenati.

Evidentemente si può notare come la classificazione ottenuta dall'elaboratore sull'intero set di variabili sia piuttosto casuale rispetto alla classificazione data inizialmente e questo, a dimostrazione del fatto che la divisione da noi effettuata in soggetti allenati e non, sotto il profilo dei tests loro praticati è in realtà artificiosa, in quanto il calcolatore non ha potuto individuare differenze tra le variabili (i tests e gli indici morfologici-funzionali) che confortassero la validità della divisione nei due gruppi.

Ad ulteriore conferma si è effettuata un'altra applicazione della analisi dei gruppi alla matrice dei dati, utilizzando, però, soltanto l'apnea semplice con periodo normale effettuata in espirazione massima (Variabile 8) e l'apnea semplice con periodo normale effettuata in inspirazione massima dopo 30 piegamenti in 60" (Variabile 9).

L'obiettivo di tale analisi era di verificare se almeno queste due variabili, che rappresentano condizioni di apnee effettuate sotto sforzo fisico, confermassero l'ipotesi iniziale utilizzata per la classificazione nei due gruppi, allenati e non allenati.

I risultati dell'elaboratore confermano invece la totale casualità nella distribuzione dei soggetti all'interno dei due gruppi. Infatti il primo gruppo è costituito da 18 soggetti classificati inizialmente come allenati e da 31 soggetti non allenati; il secondo gruppo, a sua volta è composto da 17 individui allenati e da 12 non allenati.

Si è utilizzata quindi un'altra tecnica statistica, l'analisi delle componenti principali, per evidenziare l'esistenza o meno di "legami comuni" fra alcune o più variabili del set considerate inizialmente.

Questa tecnica statistica ci consente di ridurre il set iniziale delle variabili, nel nostro caso 9, ad un set più ristretto che esprima comunque bene la variabilità del fenomeno in esame.

In sostanza, con questo tipo di analisi, si cerca di spiegare la varianza totale del fenomeno rispetto a 9 variabili mediante un numero più ristretto di variabili che esplichino la maggior percentuale di varianza totale, con un conseguente risultato, sul piano applicativo pratico, di non sovraccaricare il testato e il testante di prove, il cui risultato sia prevedibile, attraverso un numero molto più ristretto di tests.

Confrontando i risultati già presentati in precedenza per la matrice di correlazione con i risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali, il calcolatore suddivide le nostre variabili in tre raggruppamenti principali (il primo costituito dalle variabili 4, 5, 7, 8 e 9; il secondo costituito dalle variabili 2 e 3, il terzo dalla variabile 1) che, anche se spiegano solo il 68% della varianza totale (un valore accettabile è almeno l'80%), indicano, comunque, l'esistenza di un legame comune all'interno dei singoli raggruppamenti di variabili.

Ricordiamo come l'analisi statistica della matrice di correlazione dei dati aveva già evidenziato l'assoluta assenza di correlazione tra la variabile età, da noi considerata, e tutte le altre e come ciò sia rispettato dalla analisi delle componenti principali, e allo stesso modo sia per le variabili superficie corporea e capacità vitale forzata, che erano risultate parimenti incorrelate con le altre variabili.

Rispetto alle nostre ipotesi iniziali, basate sulla ricerca di un test che permettesse di esprimere, in maniera preventiva, il comportamento di un apneista, possiamo indicare nelle variabili 4 e 5, cioè l'apnea semplice con periodo normale, eseguita in inspirazione massima e la apnea semplice con periodo di sofferenza massima, quelle che ci possono far prevedere, con sufficiente approssimazione, il comportamento delle altre variabili con esse correlate.

Questi dati, naturalmente, allo stato attuale della ricerca, non possono essere definiti validi in senso assoluto per la esiguità del campione in esame, deficienza questa che verrà colmata a cominciare dalle prossime visite dell'ottobre corrente anno. In questo caso si può prevedere che, anche aumentando numericamente il campione l'età, la superficie corporea, e la capacità vitale forzata conserveranno la loro ininfluenza sul sistema di valutazione delle capacità dell'apneista, mentre le variabili 4 e 5 sembrano essere quelle più interessanti, in senso predittivo. Non si prevede, infatti, sulla base dei risultati statistici già ottenuti, come anche l'aumento numerico del campione, possa modificare la loro significatività, per la previsione delle capacità del subacqueo di mantenere l'apnea.

In fase conclusiva si è verificata, infine la possibilità che, utilizzando le componenti principali anziché il set completo iniziale delle variabili, l'analisi dei gruppi portasse a una classificazione differente. Ciò in realtà accade, ma solo per quanto riguarda la composizione interna dei gruppi, in quanto i due gruppi sono comunque costituiti da soggetti classificati come allenati e non. Infatti il primo gruppo è costituito da 14 soggetti allenati e 28 non, il secondo da 21 allenati e 15 non. Tutto ciò può evidenziare chiaramente che il criterio da noi scelto come discriminante per la costituzione dei due gruppi, (cioè la divisione in allenati e non) non è assolutamente quello effettivo di discriminazione, in quanto, rispetto a tale criterio, la Cluster analysis distingue i due gruppi in maniera piuttosto casuale.

Conclusioni

In conclusione la nostra indagine statistica fornisce alcune importanti informazioni. Innanzitutto che l'età, la costituzione morfologica e la funzione respiratoria (almeno per la capacità vitale forzata) non sono elementi discriminanti ai fini della selezione dell'apneista agonista. Infatti, ad esempio un sub di 15 anni di età mostra lo stesso comportamento (rispetto a tests) di un individuo di 42 anni, così come la diversa superficie corporea e la diversa capacità vitale. Perciò tali parametri non sono di alcuna utilità ai fini della previsione del comportamento dell'apneista sportivo.

Un elemento che necessita di riflessione, oltreché di un ulteriore approfondimento, è il fatto che il grado di allenamento non rappresenta, statisticamente, un fattore discriminante. Vogliamo sottolineare però il fatto che ciò è vero solo per le condizioni sperimentali da noi realizzate in questa fase dello studio e cioè per l'apnea a secco in ambiente non distraente e che nelle attività subacquee a scopo di competizione sportiva e non, indubbiamente, molti altri fattori prevedibili e non entrano in gioco, influenzando sulla durata della apnea in immersione.

Appunto tenendo conto di questi elementi, nell'ampliamento della nostra ricerca, saranno realizzate anche nuove condizioni sperimentali.

Queste nuove condizioni sperimentali serviranno, oltre che per una eventuale conferma dei dati statistici ottenuti, anche per cercare di evidenziare una eventuale reale differenza di rendimento sui tempi di apnea tra persone allenate e non allenate.

In ultimo cercheremo di definire, se possibile, in termini matematici o grafici, le correlazioni tra le variabili da noi prese in esame e, ciò al fine di semplificare e quindi facilitare ulteriormente l'applicazione pratica dei tests proposti dalla FIPS.

SUMMARY

Assesment of suitability for competitive sport using a rapid test. Preliminary studies on a sample of 78 divers. — The results of a series of voluntary apnea tests using different methods and several biometric parameters (age, vital capacity, body surface) on 78 trained and untrained apneic divers were subjected to multiple analysis. The data showed that at least in the test conditions (dry), age, body surface, vital capacity and degree of training do not influence the length of voluntary apnea and cannot therefore, be used to predict the subject's performance.

KEY WORDS: voluntary apnea – immersion – suitability – divers.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Albano G. – La prevenzione degli incidenti nelle competizioni di profondità in apnea. – *Medicina dello Sport* 21, 343, 1968.
- 2) Corriol J.H. – *Physiologie et physiopathologie de la plongée en apnée* – Masson e C. Ed. Paris, 1967.
- 3) Federazione Italiana pesca Sportiva e Attività Subacquee – La sicurezza dell'immersione sportiva – Atti del primo Convegno Nazionale, Pisa, 7-8 Febbraio 1981 Ed. Industrie Grafiche V. Lischi – Pisa, 1981.
- 4) Laphier E.H. e Dwyer J.V. Jr. – Diving without breathing apparatus – U.S.N., E.D.U., Report 11, Washington, 1954.
- 5) Ricci G.C. – Nage sous-marine en apnée: observations physio-pathologiques et cliniques pour judgment médico-theorique – *Ann. Med. Nav. e Trop.* 40, 9, 1955.
- 6) Ricci G.C. – Moderni orientamenti fisiologici sull'immersione profonda in apnea in funzione dell'importanza dell'ipossia. *Medicina dello Sport* 23, 185, 1970.
- 7) Sciarli R. – Rendez-vous syncopal des sept mètres – *Rev. Physiol. Subaq. et Méd. Hyperb.* 1, 21, 1968.
- 8) Zannini D., D. Marcante D. e Marcenaro A. : Osservazioni sui tempi di apnea ottenuti con diverse modalità. *Med. Sub. Iperbarica*, 6, 7, 1980.

Indirizzo degli Autori

Fati Sergio, Nasti Giuseppe, Brancati A., Cammarota Bruno – Istituto di Medicina del Lavoro I° Facoltà P.zza L. Miraglia 80138 – Napoli.
Helzel Vittorio – Federazione Italiana pesca Sportiva ed Attività Subacquee – Centro di Medicina Subacquea di Napoli. P.zza S.Maria degli Angeli a Pizzofalcone 11, 80132 – Napoli.