

Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"	Vol. 37 (1999)	pp. 155-166	Trieste 2000
---	----------------	-------------	--------------

FULVIO BRATINA (*) - GIORGIO DEL BELLO (*)
 ROCCO SCEUSA (*) - ELISABETTA STENNER (**)

VALUTAZIONE FUNZIONALE DI ATLETE PRATICANTI LA SPELEOLOGIA

RIASSUNTO

Nell'ambito delle attività sportive è stata fatta una valutazione funzionale di atlete che praticano la speleologia. Sono state prese in considerazione sei speleologhe del CAI e su queste sono stati fatti degli studi antropometrici, sono stati valutati i volumi polmonari statici e dinamici e sono state fatte delle prove telemetriche. In particolare, durante le sperimentazioni svolte in campo, nella Grotta Gigante, sono state rilevate la frequenza cardiaca, mediante un cardiofrequenzimetro telemetrico, il consumo d'ossigeno e quindi il costo energetico, mediante un metabolimetro telemetrico miniaturizzato, il K4. I dati raccolti hanno permesso di definire il tipo di attività, da un punto di vista scientifico e, almeno in parte, di valutare gli effetti di questa pratica sportiva sulle condizioni fisiche di tali atlete. È evidente che non si vuole dare alcun tipo di conclusioni definitive, essendo il lavoro appena cominciato.

SUMMARY

FUNCTIONAL EVALUATION OF FEMALE ATHLETES PRACTISING SPELEOLOGY

Within the sport activities a functional evaluation of athletes who practise speleology has been carried out. 6 female speleologists of CAI have been considered. Anthropometric studies have been carried out, the static and dynamic lung volumes have been evaluated and some telemetric proofs have been carried out. In particular, during the tests in the field, in "Grotta Gigante", the cardiac frequency, using a telemetric cardiofrequencymeter, the consumption of oxygen and thus the energetic cost, using a telemetric miniaturised metabolimeter, K4, have been measured. The data obtained have allowed the type of activity to be defined from a scientific point of view and the effects of this sport on the physical conditions of these athletes to be evaluated at least partially. It is evident that it is not possible to give any type of final conclusions, since the work has just started.

POVZETEK

UGOTAVLJANJE FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI PRI ATLETINJAH JAMARKAH

V sklopu športnih aktivnosti je bila opravljen funkcionalna ocena športnic, ki se ukvarjajo z jamarstvom. Vzorec je sestavljalo šest jamark, članic CAI, na katerih so bile opravljene antropometrične študije, sta bili izmerjeni statična in dinamična prostornina pluć in so bile izvedene telemetrične meritve.

(*) Scuola di Specializzazione Medicina dello Sport.

(**) Commissione Grotte Eugenio Boegan.

Med poizkusi na terenu, v Briškovski jami (Grotta Gigante), so bili izmerekani predvsem utrip srca s pomočjo telemetričnega merilca frekvenca, ter poraba kisika in torej energetske porabe, s pomočjo miniaturiziranega merilca metabolizma K4. Zbrani podatki omogočajo določitev vrste aktivnosti z znanstvenega vidika in omogočajo vsaj delno oceno posledic, ki jo ta športna dejavnost ima na fizično stanje športnic. Glede na to, da gre za delo, ki se je komaj pričelo, podani zaključki niso dokončni.

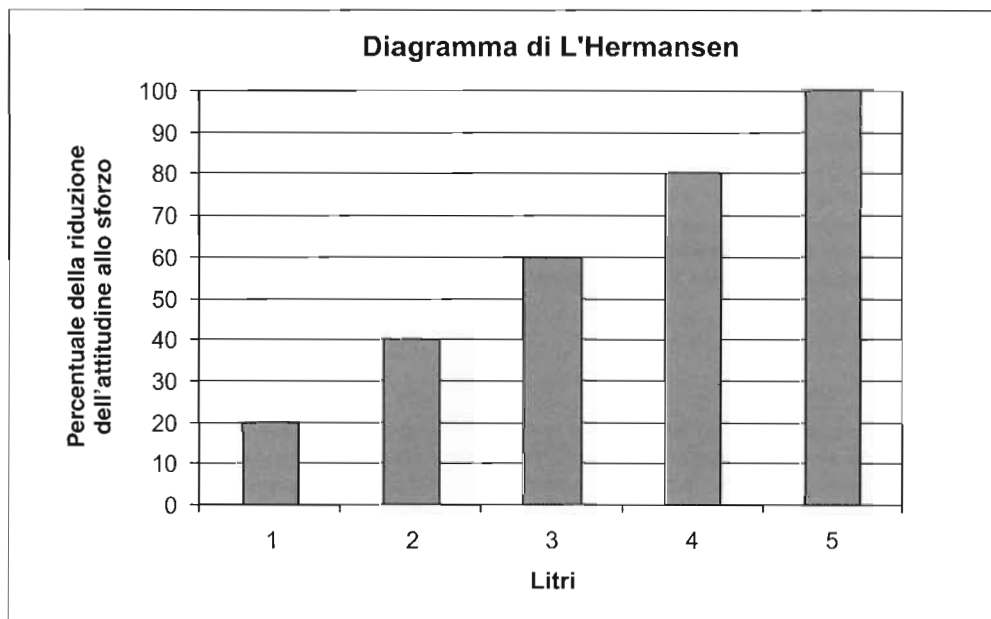
La speleologia generalmente non viene considerata uno sport vero e proprio ma una attività di tipo amatoriale anche se praticata da un numero sempre maggiore di appassionati.

Però le caratteristiche peculiari dell'ambiente e le condizioni psico-fisiche alle quali vengono sottoposti gli speleologi fanno sì che questa attività possa essere, a tutta ragione, considerata uno sport estremo. Basti pensare che gli speleologi operano in un ambiente completamente privo di luce dove la temperatura, almeno nelle grotte alpine, è bassa, e l'umidità è estremamente elevata, attorno al 97-98%.

L'elevata umidità, in particolare, va a compromettere fortemente la termoregolazione degli speleologi causando in essi uno stato di disidratazione che, se non viene adeguatamente limitato con una assunzione frequente di piccole dosi di liquidi, permane durante tutta la permanenza ipogea.

La disidratazione, come è noto, è una delle cause principali del calo del rendimento muscolare (fig.1), al quale segue inevitabilmente una situazione di affaticamento generale che viene evidenziato da sintomi quali la nausea, l'apatia, l'insofferenza, la perdita di equilibrio e di coordinazione (1),(2),(3). Se questa situazione non viene affrontata in tempo può evolvere in quello che viene definito "l'esaurimento fisico", spesso associato ad ipotermia, che può rappresentare un *reale* pericolo di morte.

Non meno importante lo stress psicologico al quale vengono sottoposti questi sportivi; è evidente che coloro che praticano tale disciplina non devono commettere errori, e quindi devono mantenere un grado di concentrazione elevato per tutta la permanenza ipogea, che raggiunge spesso le 20 ore.



Per tali motivi è stata visitata, sotto il profilo scientifico, questo tipo di attività e a tale scopo sono state scelte sei speleologhe del CAI, di età compresa fra i 20 ed i 40 anni, tutte amanti la vita all'aria aperta e tutte, tranne una, praticanti la speleologia, in modo abbastanza continuativo, da almeno 3 anni, sulle quali sono stati fatti degli studi antropometrici e, nell'ambiente dove svolgono normalmente la loro attività, degli studi funzionali.

In particolare, dopo una visita medica di base per accertare l'idoneità all'attività sportiva, sono state prese in considerazione le misure antropometriche quali il peso, l'altezza, l'indice di massa corporea (IMC), l'indice ponderale di Livi, la percentuale di massa magra e grassa al fine di individuare eventuali caratteristiche fisiche comuni a chi pratica la speleologia.

Sono stati misurati, utilizzando uno spirometro portatile, il PONY SPIROMETER, i volumi polmonari quali la capacità vitale (CV)⁽¹⁾, la capacità vitale forzata (CVF)⁽²⁾, la massima ventilazione volontaria (MVV)⁽³⁾, la massima quantità d'aria che può essere espirata in un secondo (FEV1) e l'indice derivato di Tiffenau al fine di identificare eventuali patologie di tipo restrittivo od ostruttivo e soprattutto di ottenere informazioni sui benefici indotti all'apparato respiratorio stesso, se vi sono, dall'attività svolta dalle speleologhe. Inoltre, poichè nel corso del lavoro muscolare si verifica un aumento della ventilazione, che prevede una maggiore profondità di respiro, oltre che ad un aumento della frequenza dello stesso, misurando i volumi polmonari è stato possibile analizzare la capacità individuale di aumentare la profondità del respiro e quindi di poter soddisfare le aumentate richieste di ventilazione durante l'esercizio.

Per mezzo di un cardiofrequenzimetro portatile telemetrico è stata monitorata la frequenza cardiaca (HR) e, infine, con un metabolimetro telemetrico miniaturizzato, il K4, sono state rilevati il volume di ossigeno consumato (VO_2)⁽⁴⁾, il quoziente respiratorio e il costo energetico (CE), tutti parametri utili per definire l'intensità e il tipo di lavoro muscolare che viene svolto dall'atleta.

L'utilizzo del K4 in grotta non è facile in quanto, nonostante abbia una portata massima in linea d'aria di 800 m, è sufficiente una parete infrapposta tra soggetto esaminato e unità ricevente per interrompere il segnale. Per questo motivo è stata scelta come sede di prova una grotta turistica, la Grotta Gigante. In tal modo gli operatori hanno potuto muoversi lungo il percorso turistico potendo rimanere, seppure a distanza, in contatto diretto con le speleologhe che facevano la prova e le speleologhe hanno potuto svolgere i loro gesti atletici abituali. Risulta di fondamentale importanza infatti, quando si fa una valutazione funzionale di atleti, creare delle condizioni di prova il più simili possibile alla realtà, *sia da un punto di vista psi-*

(¹) La capacità vitale (CV) corrisponde all'escursione volumetrica massima, dalla massima inspirazione alla massima espirazione. Tale parametro dipende dall'età, dalla taglia del soggetto esaminato e dalla posizione corporea; sembra invece non sia influenzato dall'allenamento.

(²) La capacità vitale forzata (CVF) corrisponde all'intervallo fra la massima inspirazione e la massima espirazione forzata. Questa seconda fase deve essere svolta alla massima velocità, così da rendere possibile la misurazione del volume espirato in un secondo (FEV1) e quindi il calcolo dell'indice di Tiffenau (FEV1/CV%). In condizioni normali circa l'85% del volume di capacità vitale è espulso in un secondo; se questo valore scende al di sotto del 70%, significa che il soggetto soffre di sindrome ostruttiva.

(³) Per valutare la massima ventilazione volontaria (MVV), il soggetto viene invitato a ventilare al massimo per 15 sec, quindi la misura ottenuta viene rapportata al periodo di un minuto.

(⁴) VO_2 : corrisponde al volume di ossigeno consumato in un minuto. Il valore di questo aumenta mano a mano che l'intensità del lavoro muscolare aumenta; esiste un limite massimo raggiungibile che varia a seconda del sesso e dell'età. Questo valore massimo viene indicato come massimo consumo di ossigeno (VO_2 max) e viene espresso in (mlKg⁻¹min). Il VO_2 max rappresenta la massima potenza che la macchina umana può esprimere sulla base dei processi metabolici ossidativi.

cologico che per quanto concerne il gesto atletico. In letteratura, infatti, sono presenti numerose evidenze del fatto che atleti, anche di un certo livello, hanno ottenuto risposte, in assoluto o in percentuale, minori con l'utilizzo di ergometri che non sono in grado di riprodurre il loro gesto atletico, rispetto a quelle ottenute con l'utilizzo di ergometri specifici; ciò è valido ancor più quando si vuole misurare anche il costo energetico dell'attività. Infatti, in questo caso, la qualità misurata è la specifica abilità motoria dell'atleta e quindi la sua capacità di consumare la quantità minore di energia a parità di potenza meccanica espressa. Questa qualità è evidentemente legata ad una specifica coordinazione intra- e intermuscolare nell'esecuzione del gesto specifico e può quindi essere valutata solo se vengono rispettate le condizioni biomeccaniche usuali (4). Per ottenere quindi dei dati che abbiano una risonanza pratica, sono state create delle condizioni "reali" di prova; innanzitutto sono state spente le luci artificiali che illuminano generalmente la grotta, affidando l'illuminazione esclusivamente alle lampade a carburo utilizzate dalle speleologhe, in secondo luogo, è stata attrezzata con la corda la verticale di 107 m, lungo la quale le speleologhe sono salite e scese più volte ed infine, per rendere omogenea e quindi confrontabile la prova delle varie speleologhe, sono stati preparati dei percorsi sul fondo della grotta, tutti con caratteristiche morfologiche diverse, che tutte le speleologhe dovevano percorrere nello stesso ordine di svolgimento. Osservando le figure che seguono, sullo spaccato (fig. A) è segnata la verticale attrezzata con la corda e in pianta (fig. B) invece sono segnati i tre diversi percorsi tracciati sul fondo.

La prova completa è consistita in sei discese, tre percorsi sul fondo e sei salite che potevano essere svolte o lungo il percorso turistico della grotta o sulla corda. Le speleologhe sono state invitate a fare più salite possibili in corda, non è stato invece imposto alcun ritmo di svolgimento del test. Se la speleologa presa in esame riusciva a completare la prova, aveva percorso circa 700 m di dislivello e 2-2,5 km di sviluppo lineare, il che è perfettamente confrontabile con una grotta alpina di difficoltà medio alta ad elevato impegno fisico, dove si vedono una serie di pozzi, intervallati da strutture sub-orizzontali quali gallerie, meandri e strettoie.

Risultati

Nei risultati antropometrici da noi ottenuti possiamo affermare che le speleologhe prese in esame hanno un'altezza che va da un minimo di 1,58 m ad un massimo di 1,68 m; il peso misurato va da un minimo di 53 Kg ad un massimo di 63 Kg (tab 1).

SPELEO	1	2	3	4	5	6
Statura (cm)	165	162	166	168	164	158
Peso (Kg)	63	58	54	53	58	58

Tab. 1 - Valori antropometrici delle speleologhe.

Tali valori, considerato il distretto geografico dal quale provengono le speleologhe (Nord-Est), risultano del tutto nella norma, tant'è vero che i dati possono essere paragonati a quelli di una ricerca fatta da Pernigotto et al. su una popolazione padovana (5). Queste affermazioni possono essere ancor più avvalorate dai rapporti peso-altezza, cioè l'indice ponderale di Livi e l'indice di massa corporea. Confrontando infatti i valori ottenuti con quelli riportati nelle tabelle di riferimento (tab. 2, tab. 3), si può affermare che le speleologhe sono, secondo l'IMC tutte normopeso e, secondo l'indice ponderale di Livi, due sono magre, due normali e due corpulente (tab. 4).

FIGURA A

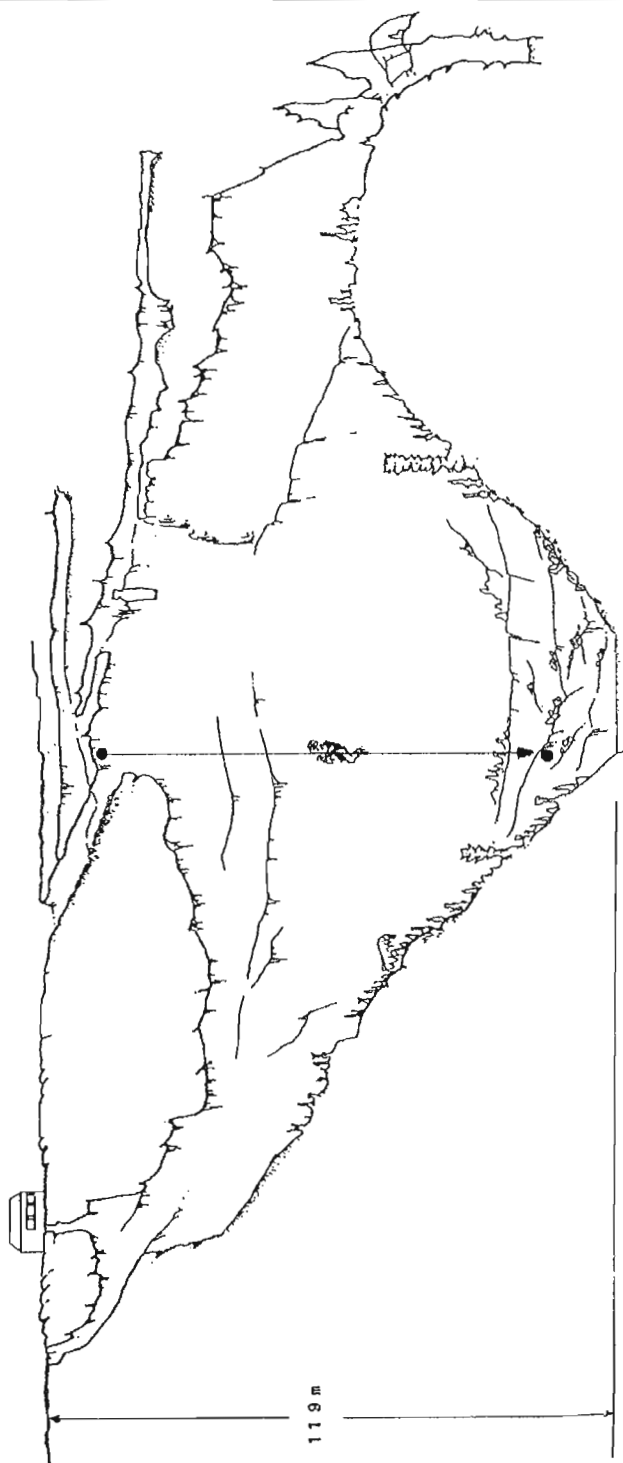


FIGURA B



Emaciazione	< 14,9
Magrezza grave	15-15,9
Magrezza moderata	16-16,9
Magrezza lieve	17-18,4
Normopeso	18,5-24,9
Sovrappeso	25-29,9
Obesità	30-39,9
Obesità grave	> 40

Tab. 2 - Indice di massa corporea.

Magrissimo	< 21,9
Magro	22,0-22,9
Normale	23,0-23,9
Corpulento	24,0-24,9
Sovrappeso	> 24,9

Tab.3 - Indice ponderale di Livi.

SPELEO	1	2	3	4	5	6
IMC	23,14	22,10	19,60	18,78	21,56	23,23
INDICE LIVI	24,11	23,45	22,28	22,02	23,20	24,00

Tab. 4

Questi due indici tuttavia presentano delle limitazioni nella valutazione dello sportivo in quanto il peso corporeo degli atleti non è paragonabile con quello dei sedentari, cui invece fanno riferimento questi indici. Pertanto, per uno studio più preciso dei soggetti presi in considerazione, è stato necessario fare una valutazione della composizione corporea (4). A tal fine sono state misurate le pliche cutanee (tab. 5), con un plicometro di Harpenden, utili per calcolare, mediante le tabelle di Womersley e Durnin (6), la percentuale di massa grassa ed i parametri da essa derivati (tab. 6).

SPELEO	1	2	3	4	5	6
P. tricipitale (*)	14,6	14,2	12,6	12,0	14,4	20,4
P. bicipitale (*)	3,4	8,8	3,2	3,2	3,8	5,8
P. sottoscapolare (*)	11,0	12,6	6,4	6,0	9,8	11,8
P. sovraallica (*)	12,2	12,2	7,8	7,2	11,8	11,0
Somma 4 pliche (*)	41,2	47,8	30,0	28,4	39,8	49,0

Tab. 5 - Valori plicometrici delle speleologhe (mm).

SPELEO	1	2	3	4	5	6
% grasso corporeo	23,78	25,84	21,80	18,44	23,40	28,20
% massa magra	76,22	74,16	78,20	81,56	76,60	71,80

Tab. 6 - Composizione corporea delle speleologhe.

Tali parametri, che sono indicativi dello stato di sedentarietà e di attività fisica più o meno intensa del soggetto, hanno evidenziato un valore percentuale di grasso (min = 18,44, max = 28,20, media = 23,57) che è paragonabile a quello che è stato osservato nella donna standard. La donna di riferimento presa in considerazione infatti, risulta avere una percentuale di grasso per un'altezza di 1,63 m ed un'età fra i 20 e i 24 anni, pari al 25% (7). Solo due atlete rientrano in una percentuale di massa grassa tra il 17 e il 22%, tipica di donne che fanno un'intensa attività fisica (4). I risultati antropometrici nel loro insieme non hanno permesso l'identificazione di un ulteriore fattore condizionante la performance dell'atleta, cioè il somatotipo. Infatti, i dati raccolti in questa sperimentazione e quelli raccolti dalla Commissione Medica del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (8), presentano delle discordanze tali da non permettere la definizione di un biotipo costituzionale ideale per praticare la speleologia. L'unica affermazione che può essere fatta, senza per altro voler arrivare a nessun tipo di conclusione definitiva, è che l'ambiente di per sé seleziona le persone che praticano la speleologia; i passaggi stretti e tortuosi che spesso è necessario affrontare, le arrampicate, la progressione nei meandri e nei pozzi, fanno sì che gli speleologi siano persone non troppo alte, né con percentuali di grasso superiori alla norma.

I risultati spirometrici dimostrano, nella totalità dei casi, una buona funzionalità respiratoria, riscontrabile sia dai parametri statici (VC: min = 93%, max = 119%, media = 104,6% del teorico), sia da quelli dinamici (MVV: min = 85%, max = 98%, media = 92,8% del teorico, FEV1: min = 96,6%, max = 106%, media = 105,2% del teorico e FVC: min = 95,7%, max = 113%, media = 106% del teorico), che risultano in media attorno ai valori standard reperibili all'età del soggetto o addirittura superiori (tab. 7). Anche l'indice di Tiffeneau (min = 83,5%, max = 89,2%, media = 86,4%) risulta nella norma (tab. 8); tale dato dimostra una buona pervietà delle vie respiratorie delle speleologhe esaminate, favorita indubbiamente dal tipo di gesto atletico richiesto.

SPELEO	MISURATO			TEORICO			%		
	CV	CVF	MVV	CV	CVF	MVV	CV	CVF	MVV
1	3,99	4,17	107,9	3,73	3,72	114,8	106	113	94
2	3,51	3,86	98,9	3,74	3,71	116,4	93	104	85
3	4,02	3,56	102,0	3,37	3,29	104,0	119	108	98,1
4	4,01	3,80	114,1	4,02	3,97	121,4	99,7	95,7	94
5	3,61	3,78	110,7	3,73	3,69	115,3	97,8	102,4	96

Tab. 7 - Volumi polmonari delle speleologhe.

SPELEO	FEV1			TIFFENAU		
	MISURATO	TEORICO	%	MISURATO	TEORICO	%
1	3,56	3,21	110,0	89,2	83,7	106,0
2	3,05	3,24	94,0	86,8	84,9	102,0
3	3,46	2,82	122,0	86,0	80,5	106,0
4	3,46	3,48	99,4	86,4	84,9	101,8
5	3,11	3,22	96,6	86,3	84,1	102,6
6	3,10	2,83	109,0	83,5	83,0	100,0

Tab. 8 - FEV1 e indice di Tiffeneau.

In particolare, durante la risalita su corda, la distensione del corpo nello slancio verso l'alto e la successiva flessione dello stesso nella fase di ritorno, determinano una ritmica compressione e rilassamento a livello diaframmatico, aumentando il tono dei muscoli accessori della respirazione e migliorando quindi, con il progressivo esercizio, la capacità vitale. Numerosi lavori (7) hanno per altro definito la CV come un parametro legato esclusivamente alle caratteristiche antropometriche e non migliorabile con l'esercizio fisico (8), (9); esistono però altrettante evidenze che la pratica di alcuni sport (nuoto, canottaggio, pallanuoto, tuffi) modificano tale parametro (11), (12). Per quanto concerne in particolare il nuoto, non riteniamo che tale aumento possa essere determinato dallo sforzo dei muscoli inspiratori contro la pressione esercitata dall'acqua, poiché in superficie questa è trascurabile, ma piuttosto dal gesto atletico alternato o sincrono degli arti superiori e quindi dei muscoli toraco-brachiali.

L'attività fisica maggiormente svolta dallo speleologo comprende proprio discese e risalite lungo le corde e il movimento degli arti superiori in tal caso ci sembra molto simile, se non sovrapponibile, con quello dei nuotatori o dei canottieri. Per di più il nuotatore o il canottiere esercita un'azione muscolare necessaria esclusivamente ad una transizione orizzontale, mentre lo speleologo deve vincere la forza di gravità nel corso del suo esercizio.

All'opposto di quanto avviene per la CV, questo tipo di esercizio non sembra favorire il parametro della MVV, che è risultata, nelle atlete esaminate, moderatamente sotto il livello teorico.

Nella tabella che segue sono riassunti tutti i dati misurati durante le prove telemetriche che sono state svolte in grotta e che hanno avuto una durata massima di 6 ore (tab. 8).

PROVA BREVE			PROVA LUNGA							
SPELEO	D	SC	1°D	PF	1°SS	2°D	1°SC	3°D	2°SC	3°SC
1 HR	119	185	138	131	158	146	184	138	165	
VO ₂	12	46	18	20	23	16	39	25	37	
2 HR			177	169	181	169	177	162	171	
VO ₂			17	34	39	27	37	26	33	
3 HRV	146	192	162	152	165	164	169	154	163	162
O ₂	22	39	22	39	22	43	40	20,5	39	44
4 HR			188	188	192	188	192	185	198	198
VO ₂			20,5	35	45	23	41	25	45	39
5 HR			135	135	142	104	150	112	158	162
VO ₂			12	20	41	12	30	16	33	33
6 HR	164	164								
VO ₂	31	37								

Tab. 8 - Dati telemetrici.

D: discesa in corda - **PF:** percorso fondo - **SS:** salita su scale - **SC:** salita su corda.

HR: frequenza cardiaca, espressa in battiti per minuto (bpm).

VO₂: volume di ossigeno consumato espresso in ml\Kg\min.

Si osserva che tutti i valori rilevati sono estremamente discordanti, senza alcun filo conduttore fra le speleologhe; si nota infatti che mentre alcune speleologhe si sono mantenute durante tutta la prova a livelli di frequenza cardiaca molto elevati, la n°4 ha perfino superato più

volte la massima frequenza teorica, altre speleologhe si sono mantenute ben al di sotto della massima frequenza teorica.

Inoltre mentre nelle speleologhe n°1, 2, 3 mano a mano che proseguivano la prova, la frequenza cardiaca calava (1°, 2° e 3° salita su corda), nelle speleologhe n°5 e 6 è aumentata. Secondo noi questa diversa reazione può essere riconducibile al fatto che mentre le prime tre speleologhe sono riuscite ad adattarsi all'ambiente e al movimento richiesto, le altre due speleologhe no.

Prendendo in esame il parametro del consumo d'ossigeno, si osserva che sotto sforzo varia da un minimo di 22 ad un massimo di 46 ml\Kg\min; questi valori rientrano nella norma o poco sopra la norma, di certo però non possono essere confrontati con quelli di atlete d'élite che risultano nettamente superiori (13). Un elemento che può risultare di un certo interesse è che nella maggior parte delle speleologhe non si osservano variazioni notevoli tra la salita a piedi lungo le scale o la salita in corda.

Infine, volendo inquadrare la preparazione atletica raggiunta dal campione esaminato, possiamo affermare che essa si colloca nel range compreso tra quella discreta e buona (7) per una popolazione non sportiva e discreta per quanto riguarda la valutazione su atleti di endurance. Molto più significativa però è l'analogia sia per quanto concerne la frequenza cardiaca che per il consumo d'ossigeno, con atleti mezzofondisti sottoposti all'esercizio con il vogatore (13); questo elemento può essere utile per collocare la pratica della speleologia nell'ambito degli sport più conosciuti e più studiati sotto il profilo energetico.

Nel grafico che segue (grafico 1), è stata presa in considerazione una prova breve, essendo più facile la lettura dello stesso. Si nota innanzitutto un picco iniziale, di entrambi i parametri, che non è dato dal tipo di esercizio svolto in quel momento, ma piuttosto da un fattore emotivo, scatenato dal superamento della balaustra e della successiva sospensione nel vuoto; a dimostrazione di questo, infatti, i valori ritornano velocemente nella norma durante la discesa della speleologa in corda. Successivamente si osserva un andamento esponenziale del-

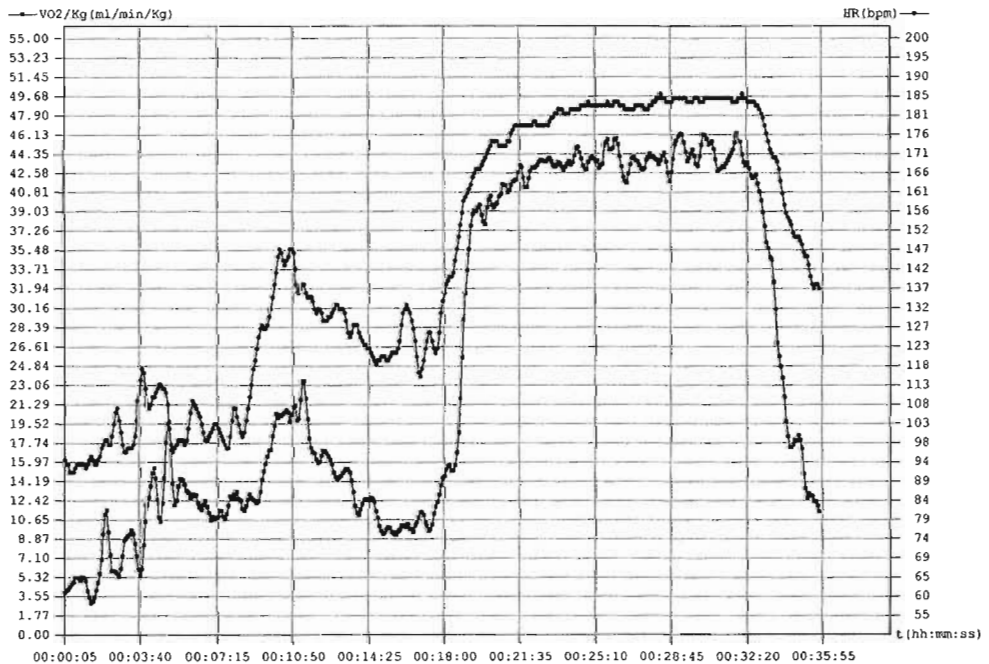


Figura C

la curva che corrisponde ai primi metri di corda percorsi dalla speleologa; durante l'esercizio fisico, infatti, le richieste metaboliche aumentano e di conseguenza aumenta il consumo d'ossigeno. Tanto più questo tratto di curva è ripido, tanto meglio l'atleta è in grado di soddisfare le richieste metaboliche aumentate. La terza parte di curva è piatta, ovvero ci si trova nello "stato stazionario", il che significa che il movimento di risalita su corda è di intensità inferiore a quella della soglia anaerobica, ovvero ha delle caratteristiche più di resistenza più che di potenza.

Infine, l'ultimo tratto di curva, quello discendente, rappresenta la fase di recupero. Tanto più la curva sarà ripida, tanto meglio l'atleta sarà in grado di recuperare.

Nella prova lunga, che comprendeva anche i percorsi sul fondo della cavità, è stato osservato che alle speleologhe, in certi momenti, viene richiesto di avere delle doti di resistenza (salita in corda su pozzi lunghi, camminata in galleria) e in altri delle doti di potenza (pozzi brevi, generalmente risaliti più velocemente, superamento di strettoie, progressione in meandro).

A titolo indicativo, è stato preso in esame anche il costo energetico, calcolato dal K4, che risulta essere, per quanto riguarda l'attività di tipo aerobico, di 800 cal/ora.

Conclusioni

Le speleologhe da noi esaminate non presentano delle caratteristiche particolari che evidenziano l'influenza di un'intensa attività fisica. In particolare, dimostrano delle caratteristiche morfometriche comuni ma dei dati del tutto discordanti per quanto concerne le prove funzionali. La speleologia, intesa come esercizio fisico, in base ai dati da noi raccolti e a quelli presenti in letteratura, può essere classificata come sport "aerobico-anaerobico" alternato, con sforzi che spesso possono essere anche di tipo massimale. Da quanto definito quindi, la speleologia è uno sport vero e proprio, che necessita di un allenamento specifico; per questo motivo, riteniamo sia utile cominciare uno studio di tipo biomeccanico per individuare i migliori gruppi muscolari interessati in modo da poter individuare un allenamento adeguato così da poter preparare, almeno fisicamente, coloro che scendono nelle grotte e ridurre allo stesso tempo tutta quella serie di incidenti e traumi che possono avvenire a causa di una preparazione scarsa e inappropriata.

Ringraziamenti

Ringrazio tutte le speleologhe che si sono prestate a fare da "cavie" in questo esperimento di non facile attuazione e certamente impegnativo, sia da un punto di vista fisico che di tempo impiegato; naturalmente ringrazio la mia società, la Commissione Grotte E.Boegan, per avermi permesso di utilizzare la Grotta Gigante come sede di prova, ma soprattutto per avermi fatto conoscere un mondo così meraviglioso e unico: le grotte e coloro che le vivono con tanta passione!

BIBLIOGRAFIA

1. BALLERAU A, 1985 - *Boire en speleo*. Spelunca; V,17: 30-33.
2. LEHNINGER ALBERT L., 1975 - *Biochimica*. Zanichelli.
3. BESSAC J.F., DUSEIN P., 1985 - *Physiologie, diététique et secourisme en spéléologie*. Lumière Noire (COSIF), N° Special: 19-20.
4. DAL MONTE A., FAINA M., 1999 - *Valutazione dell'atleta*. Utet.
5. PARNIGOTTO P.P., FOLIN M., MARCOLIN G., TOFFOLI A., MONTESI F., 1982 - *La popolazione padovana dai 6 ai 65 anni; morfometrica e dinamica costituzionale*. Estr. Quaderni di Anatomia pratica, serie XXXVIII, n.1\4.
6. DURNIN J., WOMERSLEY J., 1974 - *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurement on 481 men and women from 16 to 72 years*. Br. J. Nutr., 32: 77-97
7. GRIBAUDO C.G., GAUZIT G.P., 1988 - *Medicina dello sport*. Collezione ISEF. UTET.
8. VACCA U., TUVERI V., IRSARA S., 1994 - *Studi di fisiologia medica*. Progressione 30, 17(1): 79-85, Trieste giugno 1994.
9. MC ARDLE WILLIAM D., KATCH FRANK I., KATCH VICTOR L., 1998 - *Fisiologia applicata allo sport*. Casa Ed. Ambrosiana.
10. HAGBERG J.M. ET AL., 1988 - *Polmonary function in young and older athletes and untrained men*. J. Appl. Physiol.; 65, 101.
11. BJURSTRÖM R.C., SCHOENE R.B., 1987 - *Control of ventilation in elite synchronized swimmers*. J. Appl. Physiol.; 63, 1019.
12. CAREY C.R. ET AL., 1955 - *Effects of skin diving on lung volumes*. J. Appl. Physiol.; 8,19.
13. DAL MONTE A., MIRRI G. - *La valutazione funzionale dell'atleta*. Medicina dello Sport. Vol. 49. n.3. 323-335.