

**Studio della secrezione di
cortisolo in risposta ad una
immersione con A.R.A. in un
lago di alta quota**

Dr. Enrico Franzino

Via P. Fontana 57 - 10080 Feletto Can.se (To)

«DIMENSIONE ACQUA DOLCE»

Gruppo Subacqueo di Ricerca Lacustre e Fluviale -
Casella Post. 53 - 10086 Rivarolo Can.se (To)

ARCH.V. P. RUCCIO

INTRODUZIONE

Stimoli di diversa natura, purché di sufficiente intensità («stressors»), cioè stimoli psichici anche modesti, sforzi fisici, freddo, febbre, ipoglicemia, ecc. provocano una attivazione brusca e massimale di vari sistemi secretori, principalmente cortisolo e catecolamine, che conducono ad un insieme di manifestazioni, risultato dall'integrazione di più fattori (17) (19): 1) intensità e ripetitività dello stressor; 2) capacità di reazione e resistenza del soggetto in relazione al livello di attività neurovegetativa, alla condizione psichica, all'esperienza soggettiva e ad eventuale patologia collaterale in atto (15). Tale «Sindrome di adattamento» (21) pone l'individuo nelle condizioni migliori per neutralizzare gli effetti nocivi diretti dell'evento stressante e, principalmente, tramite una attività antiinfiammatoria ed immunodepressiva, la reazione di difesa attivata dai diversi fattori (liberazione di prostaglandine ed altri metaboliti dell'acido arachidonico, linfocine, β - interferon, leucotrieni) che tende ad essere spontaneamente eccessiva o pericolosa per l'organismo stesso (20). La risposta all'esercizio fisico della secrezione di cortisolo è in relazione all'intensità ed alla durata dello sforzo (12) (16) e può aumentare notevolmente già prima di una gara importante (2): tale incremento è dovuto ad aumentata secrezione effettiva pur essendo aumentata anche la clearance metabolica (6).

L'allenamento riduce mediamente la secrezione (22) mentre la cortisolemia si mantiene in genere invariata durante l'allenamento ripetitivo (18) a meno che si tratti di allenamento particolarmente intenso e stressante (3).

Sono state verificate anche diminuzioni in atleti di elite ben adattati alle competizioni (2).

Sulla scorta delle indagini svolte da vari Autori (1) (7) (8) (9) (10) (11) (14) (15) sui diversi meccanismi di autoregolazione fisiologica durante l'immersione, ma sempre a livello del mare e principalmente in apnea, è parso interessante studiare la secrezione di cortisolo in risposta ad una immersione con ARA in un lago alpino di alta quota.

MATERIALI E METODI

L'indagine è stata svolta su 10 dei componenti della équipe subacquea del Gruppo di Ricerca Lacustre e Fluviale «Dimensione Acqua Dolce» durante l'immersione svoltasi Domenica 9.9.90 al Lago Rossett (m. 2703 s.l.m.), e si è articolata in due momenti distinti: i prelievi ematici e la compilazione di un questionario per l'interpretazione dei risultati ottenuti.

I 10 volontari, di età compresa tra 25 e 63 anni (età media 39), si sono portati in quota per la necessaria ambientazione e desaturazione il

giorno precedente, con una marcia della durata di un'ora con un carico medio di 25 Kg. a testa, quindi hanno trascorso il pomeriggio nel rilevare i parametri fisici del lago, hanno trascorso la notte in tenda (con temperatura esterna minima di -7°C .). Al risveglio, alle ore 8,30 circa è stata consumata la colazione con apporto calorico variabile tra 150 e 600 KCal. Dalle ore 10,30 in tre scaglioni, i subacquei hanno eseguito una immersione con ARA a profondità tra -20 e -26 m. (media -22) della durata variabile di 12 e 31 mn. (media 21). La durata era anche in funzione del diverso abbigliamento impiegato (sia mute umide che stagne) variando la temperatura tra 11° in superficie e 6° a -25 m. con termoclino a -20 m.

I sommozzatori avevano compiti diversi, richiedenti un'attenzione crescente rispettivamente per esplorazione, prelievo dei campioni di acqua e del fondale, fotografia. I prelievi sono stati effettuati prima dell'immersione e subito dopo l'emersione (circa 30 min. dal primo) e quattro giorni dopo in ambulatorio alle ore 12 - 12,30 (rispettando così il ritmo circadiano di secrezione) al fine di ottenere dei valori basali di riferimento.

Per l'interpretazione dei valori ottenuti i sub hanno compilato un questionario nel quale erano considerate le principali variabili in grado di influire sulla cortisolemia. Sono stati chiesti i parametri fisici e anamnestici, l'alimentazione e le situazioni di stress prima del controllo basale, prima, durante e dopo l'immersione, oltre ai parametri della stessa.

Poiché le risposte ai già numerosi quesiti posti risultavano troppo varie, con un ventaglio enorme di possibili combinazioni per poter utilmente applicare un sistema statistico, si è proceduto all'analisi con l'attribuzione di un punteggio di «attività secretoria» arbitrario per ogni voce (per esempio in «mattinata di lavoro stressante» i punti erano da 0 a 3 per: no, poco, abbastanza, molto). Da tutte le risposte, somma dei relativi punteggi e valori di cortisolo ottenuti (tutti dati inseriti in computer con programma a «spread-sheet» per un raffronto più rapido) veniva calcolato un «parametro di verifica» (ottenuto dal rapporto cortisolemia/punteggio) per ogni distinto periodo (basale, pre-post-immersione e totale) che veniva infine riconfrontato alle cortisolemie per lo studio analitico. I punteggi considerati di «handicap» perché costanti (gap tra peso ideale ed effettivo, personalità ansiosa, anamnesi, ecc.) venivano inseriti nel computo della somma dei punteggi dei singoli periodi per il calcolo del Par. di Verifica (Tab. I).

RISULTATI

La risposta ormonale è stata evidente in tutti i 10 casi.

I valori registrati in condizioni basali variavano da 5.1 a 13.5 ug/100 ml. (media 8.54), i pre-immersione da 6.5 a 26.7 (media 15.38) e i post-immersione da 13.2 a 28.9 (media 20.95) (Valori di riferimento del Kit utilizzato dal laboratorio: 18.15 iniziali, 17.5 finali). In 2 casi (20%) la cortisolemia post- è risultata inferiore alla pre-, rispettivamente con differenze di 0.2 e 3.0 ug): va notato il parallelismo con l'ottima preparazione fisica dei due soggetti, in accordo con Booth (2). (Tab. II).

Si sono evidenziati due tipi diversi di risposta: nel 50% dei casi si è denunciata una secrezione totale molto più massiccia, con valori anche di 4 volte quelli di controllo basale (che però a sua volta partiva da valori in media più bassi), mentre l'altro 50%, con valori basali più alti, raggiungeva valori totali di sole 1.9 volte il basale stesso (vedi in fig. 1 i n° 1, 2, 4, 7, 10 e n° 3, 5, 6, 8, 9 ed in cui le linee A, B, C relative ai tre prelievi risultano tra di esse altamente irregolari). Il raffronto con le risposte al questionario e quindi con il parametro di verifica permetteva però di ridurre notevolmente il divario tra i due gruppi: per esempio, chi registrava cortisolemie più elevate, risultava aver sofferto il freddo, ansia od altro in misura superiore. Infatti riportando in grafico (fig. 2) anche i punteggi ottenuti si nota un maggiore parallelismo tra le linee A ed Ap, B e Bp, C e Cp, rivelando che la risposta secretoria rispondeva alle situazioni di stress denunciate, permanendo ovviamente ancora delle disparità legate all'individualità biologica di ciascuno.

Quindi si calcolava la media ($V_m = 3.0$) dei 10 parametri di verifica (V) (somma delle tre cortisolemie divise per somma dei punteggi basale, -pre-, -post-, e fisiopatologici di «handicap») per valutare in quale ambito di variabilità + o - rispetto ad essa si ponessero i V dei soggetti, con il presupposto che a pari ambito di variabilità (zone: a) ± 0.5 , b) ± 1 , c) ± 1.5 , d) $> \pm 1.5$) corrispondesse uguale comportamento secretorio relazionato alla quantità di stress subito.

Tali i risultati: zona a) $(3 \pm 0.5) = 60\%$, b) $(3 \pm 1) = 20\%$, c) $(3 \pm 1.5) = 10\%$, d) $(> 3 \pm 1.5) = 10\%$ (Fig. 3).

Si reputa statisticamente significativo che il 70% sia rientrato in una variazione di ± 1 .

Analizzando ulteriormente le cortisolemie dei singoli periodi si ottiene (Tab. II):

1) un incremento compreso tra X1.0 e X2.8 volte (media X1.7) dei valori pre immersione ri-

spetto ai basali (evidenziando principalmente il fattore di stress psichico di attesa al compimento dell'impresa e dei fattori ambientali e di attività pre-immersione).

- 2) un incremento tra X0.8 e X1.6 volte (media X1.3) della cortisolemia post- rispetto alla pre-immersione (causato dall'immersione vera e propria).
- 3) un incremento totale compreso tra X1.2 e X4.7 volte (media X2.4, cioè più del doppio) tra valore basale e post-immersione (somma dello stress psichico, fisico ed ambientale rispetto ad una situazione di «normale giornata lavorativa»).

CONCLUSIONI

L'immersione con ARA in alta quota presenta delle peculiarità proprie rispetto all'immersione marina sia dal punto di vista tecnico (attrezzature e trasporto delle stesse a «dorso di sub»), di ambiente (pressione atmosferica, temperatura aria ed acqua, iniziale rarefazione dell'ossigeno): tali peculiarità richiedono già di per sé (oltre, quindi, a fattori emotivi e di impegno all'immersione) a super-lavoro fisico, aumento dello stress e quindi a risposte di secrezione di cortisolo nettamente apprezzabili statisticamente e probabilmente superiori ad immersione in mare e ad altri sports (i valori da noi ottenuti risultano più elevati di quanto riscontrato in squadre di calcio semiprofessionistiche durante partite amichevoli (5)).

Va notato, oltre al compito primario per il presente studio, l'interessante riscontro fornito dai questionari di come uno stesso evento sia vissuto e valutato in modo diverso dai singoli individui sia a livello psichico che fisico.

Il presente studio verrà ulteriormente esteso e raffinato durante un'impresa (già in preparazione) di caratteristiche analoghe, con un Test al Desametazone (ottenendo così valori più sicuramente legati alla sola immersione), ciò per poter convalidare o mettere in discussione costruttiva i dati già ottenuti.

RIASSUNTO

Viene studiata la secrezione di Cortisolo in risposta agli stress legati ad un'immersione con ARA in un lago di alta quota. I valori sono rapportati per l'analisi al risultato di uno specifico questionario compilato dai sommozzatori per il rilevamento dello stress subito. Quanto ottenuto si dimostra statisticamente significativo dimostrando sia l'incremento dei valori assoluti di cortisolo sierico legati alla peculiarità di tale impresa sportiva, sia dimostrando che tali valori sono legati allo stress denunciato da ogni singolo individuo.

SUMMARY

STUDY ON THE SECRETION OF CORTISOLE IN REPLY TO A DIVE IN A MOUNTAIN LAKE.

The A. reports the secretion of Cortisol depending on stress in reply to a dive in a mountain lake. For the analysis the values are compared to the answers to previous questions asked divers to see the stress felt. The result in meaningful: it shows both the increase of absolute values of plasma Cortisol, according to this particular sporting action, and the connection between these values and the stress of every diver.

ARMANDO RUOCCO

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bardazzi L., Chiesa F., Ficini M., Oppo G.M., Ruocco F. - Modificazioni degli ormoni tiroidei dopo una gara di pesca in apnea - **Atti VIII Congr. SIMSI - Elba**, Sett. 88.
- 2) Booth A., Shelley G., Mazur A., Tharp G., Kittok R. - Testosterone and winning and losing in human competition - **Horm. Behav.** 23 : 556-571, 1989.
- 3) Carli G., Martelli G., Viti A., Baldi L., Bonifazi M., Lupo di Prisco C. - Modulation of hormone levels in male swimmers during training. In: «Biomechanics and Medicine in Swimming». A.P. Hollander, A.P. Huijing, G. de Groot Eds, **Human Kinetics**, pp. 33 - 40, Champaign, 1983.
- 4) Carli G., Martelli G., Viti A., Baldi L., Bonifazi M., Lupo di Prisco C. - Effetti dell'allenamento sui livelli ormonali di calciatori e nuotatori - **Biochim. Clin.** 8, 97-101, 1984.
- 5) Carli G., Bonifazi M., Lodi L., Lupo C., Martelli G., Viti A. - Hormonal and metabolic effects following a football match - **Int. J. Sports Med.** 7 : 36-38, 1986.
- 6) Cashmore G.C., Davies C.T.M., Few J.D., Relationship between increases in plasma cortisol concentration and rate of cortisol secretion during exercise in man. - **J. Endocr.** 72 : 109-110, 1977.
- 7) Chiesa F., Bardazzi L., Ficini M., Oppo G.M., Ruocco F. - Variazioni dell'ACTH e del cortisolo dopo una gara di pesca in apnea. **Atti VIII Congr. SIMSI - Elba**, Sett. 88.
- 8) Chiesa F., Bardazzi L., Ficini M., Oppo G.M. - Immersione in apnea e diuresi. Ruolo del Peptide Natriuretico Atriale. **Med. Sub. Iperb.** 3, 7, 1990.
- 9) Coruzzi P. - Renin - Aldosterone System suppressing during water immersion in renovascular hypertension. **Clin. Sci.** 68, 609, 198.
- 10) Data P.G. - Aspetti fisiopatologici dell'immersione in apnea. **Rass. Internaz. Med. Sport.**, 3, 1, 1988.
- 11) Epstein M. - Effect of Water immersion on plasma catecholamines in normal humans. **J. Appl. Physiol.**, 54, 244, 1983.
- 12) Few J.D. - Effect of exercise on the secretion and metabolism of cortisol in man. **J. Endocr.** 62 : 341-353, 1974.
- 13) Ficini M. - Fisiologia dell'Apnea: Lattacidemia e Piruvicemia in Apnea. **Med. Sub. Iperb.** 3, 119, 1983.
- 14) Ficini M. e coll. - I radicali liberi dell'O₂ in Medicina Subacquea ed Iperbarica. **Ann. Med. Navale.** 2, 22, 1987.
- 15) Ficini M., Bardazzi L., Oppo G., Chiesa F. Modificazioni endocrinologiche dopo una gara di pesca in apnea con particolare riguardo all'ACTH, al cortisolo ed agli ormoni tiroidei. **Med. Sub. Iperb.** 4, 10, 1990.
- 16) Galbo H. - Hormonal and metabolic adaptation to exercise. **Georg Thieme Verlag**, Stuttgart, 1983.
- 17) Korchin S.J. - Psicologia Clinica Moderna. **Borla Ed.**, 1977.
- 18) Kuoppasalmi K., Naveri H., Kosunen K., Harkonen M. - Plasma steroid levels in muscular exercise. In: «Biochemistry of Exercise IV B». J. Poortmans, G. niset Eds. **University Park Press.** 149-160. Baltimore. 1981.
- 19) Maisano G. - Reazioni cardiovascolari normali e patologiche allo stress acuto e cronico. **Atti «Giornate Cardiologiche Romane»**. Roma. Febr. 1986.
- 20) Munck A., Guvre P.M., Holbrook N.J. - Physiological functions of glucocorticoid in stress, and their relation to pharmacological actions. **Endocr. Rev.** 5, 25, 1984.
- 21) Selye H. - The evolution of stress concept. **Am. J. Cardiol.** 26, 289, 1970.
- 22) Sidney K.H., Shepard R.J. - Growth Hormone and cortisol: age differences, effects of exercise and training. **Can. J. Appl. Sport Sci.** 2 : 189-194, 1978.

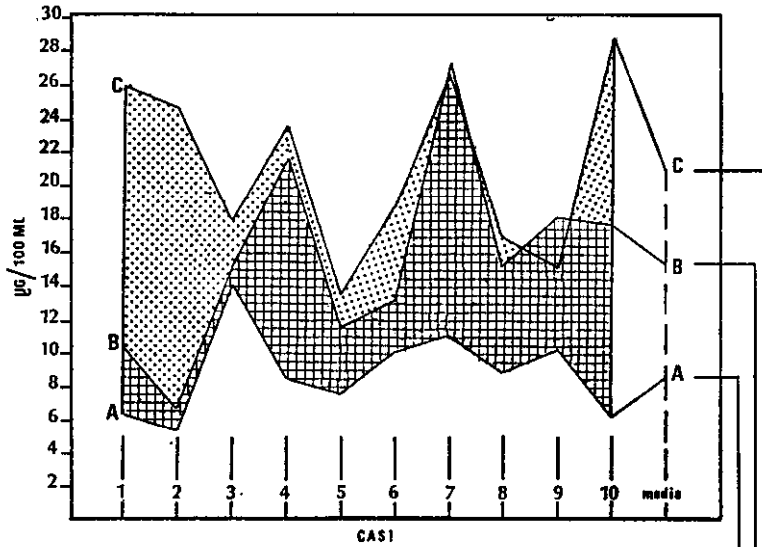


Fig. 1
CORTISOLEMIE
FRAZIONATE

VALORI BASALI
" PRE-IMMERSIONE
" POST-IMMERSIONE

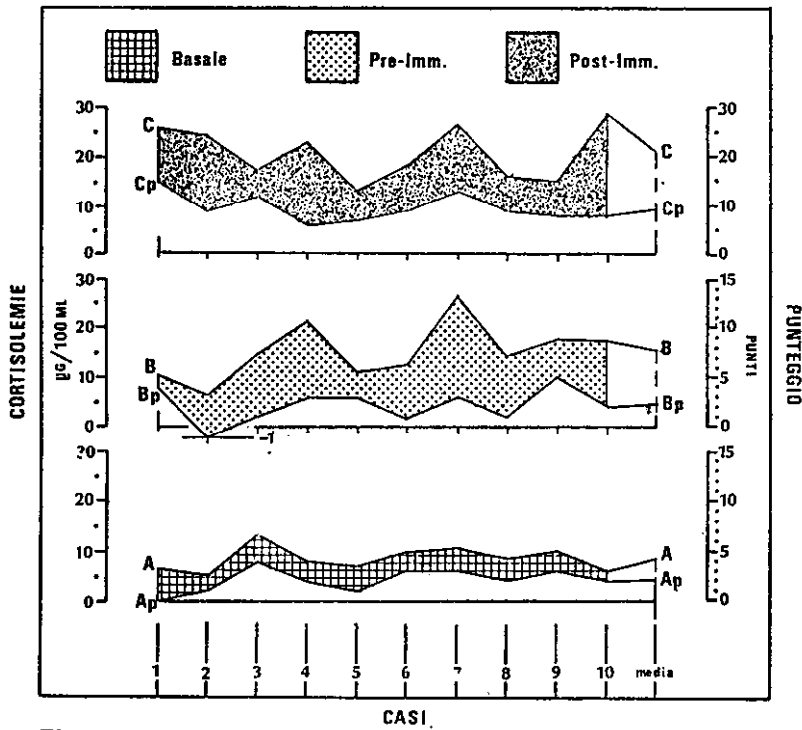


Fig. 2
CORTISOLEMIE E PUNTEGGI
A RAFFRONTO : ANALISI DI COERENZA

A, B, C : cortisolemie
Ap, Bp, Cp : punteggi

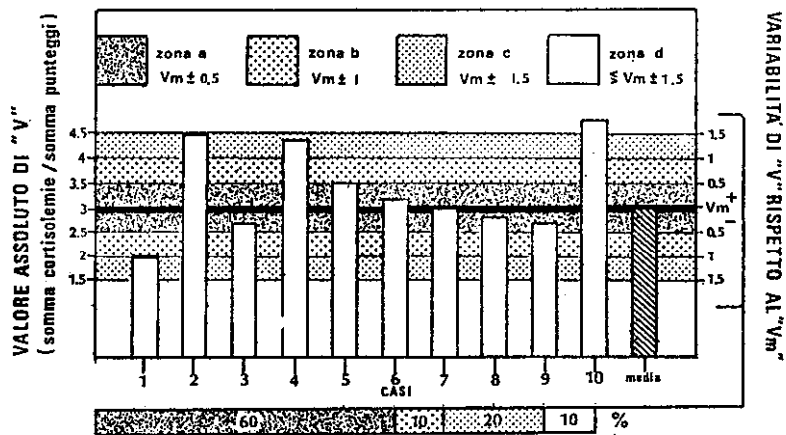


Fig. 3 - PARAMETRI "V" DI VERIFICA :
CONFRONTO DEI COMPORTAMENTI
SECRETORI INDIVIDUALI

I-----I					
I Tab.II - CORTISOLEMIE FRAZIONATE (mcg./100 ml) I					
I E VALORI NUMERICI DI INCREMENTO TRA I					
I I VARI PERIODI I					
I-----I					
I	basale	pre-imm.	post-imm.	I	I
I	A	(B/A)	B (C/B)	C	(C/A)
I-----I					
I 1 I	6,25		10,4	25,8	I
I I		(1,6)		(4,1)	I
I-----I					
I 2 I	5,1		6,5	24,5	I
I I		(1,2)		(4,8)	I
I-----I					
I 3 I	13,5		14,6	17,4	I
I I		(1,0)		(1,2)	I
I-----I					
I 4 I	8,1		21,2	23,2	I
I I		(2,6)		(2,8)	I
I-----I					
I 5 I	7,3		11,2	13,2	I
I I		(1,5)		(1,8)	I
I-----I					
I 6 I	9,8		12,9	18,6	I
I I		(1,3)		(1,8)	I
I-----I					
I 7 I	10,8		26,7	26,5	I
I I		(2,4)		(2,4)	I
I-----I					
I 8 I	8,5		14,8	16,5	I
I I		(1,7)		(1,9)	I
I-----I					
I 9 I	10		17,9	14,9	I
I I		(1,7)		(1,4)	I
I-----I					
I 10 I	6,1		17,6	28,9	I
I I		(2,8)		(4,7)	I
I-----I					
I media I	8,5		15,38	20,9	I
I I		(1,7)		(2,4)	I
I-----I					

1R	B	C	D	E	F	G	H	I
2						1		2
3						E.		R.
4								
5		Cortisolo basale			6.25			5.1
6			7/5			1.6		1.2
7		pre. ima.			10.4			6.5
8			9/7			2.4		3.7
9		post. ima.			25.8			24.5
10			9/5			4.1		4.8
11								
12		Eta'	aa.		25			29
13		Ritezza	ca.		170			174
14		Peso	Kg.		60			75
15		Sup.Corp.	m2		1.65			1.86
16		Perrault	Kg.		68.75			71.75
17		Diff.Peso	;;Kg.		-8.75			3.25
18						2		-1
19		Val.ansia			no			no
20					0			0
21		Rnaanesi	famigl.		no			no
22			pat.rea.		no			no
23			pat.prox.		no			no
24					0			0
25			esami alt		no			no
26			farmaci		no			no
27					0			0
28		Note:						
29								
30								
31		Colazione basale	:alim.		latte pane			latte biscotti
32			ora		7.31			7.31
33		Colazione pre.ima.	:alim.		the biscotti			the biscotti
34			ora		9			8.31
35								
36		Stress basale:	lavoro		no			poco
37					0			1
38			auto		no			no
39					0			0
40			tranq.pr.		si			si
41					0			0
42								
43		Stress pre.ima.:	sonno/rec		+/-			si/si
44					2			0
45			concentr.		abbastanza			max relax
46					2			-1
47			benessere		si			si
48					0			0
49								
50		Stress ima.	turno		primo			primo
51								
52			prof.max.		20			20
53								

54		dur. "		10		8
55						
56		dur.tot.		15		25
57						
58		compito	espl.	1		2
59						
60		muta	unida non ok	1		3
61						
62		freddo	ccessiva	2		0
63						
64		fatica	no	4		1
65						
66		ansia	no	0		1
67						
68		altre sen	no	0		1
69						
70		val.stres	moderata	0		0
71						
72				1		1
73						
74		Stress post.ima:	benessere	si		si
75				0		0
76			freddo	no		no
77				1		0
78			altre sen	emicrania		no
79				1		0
80			stanch.	poco		no
81				1		0
82			prel.dopo	10		3
83				1		0
84			eccit.	abbastanza		no
85				2		0
86						
87		Totali:	punt.fisiopat.		2	-1
88						
89			cort.bas:geg%		6.25	5.1
90			punt. basale		0	1
91						
92			cort.pre:geg%		10.4	6.5
93			punt. pre-ima		4	-1
94						
95			punt. ima.		9	8
96						
97			punt. post.ima.		6	0
98			cort.post:geg%		25.8	24.5
99			punt. post-ima		15	9
100						
101		Ver:	(89+92+90)/(87+90+93+99)		2.0214285714	4.5125
102						
103					1	2
104					1 p	2 p
105		PS	C	D	E	F
						G
						H
						I

Tab.I ELABORAZIONE DATI : Riproduzione parziale dello "Spread-sheet" per la comparazione ed il calcolo dei dati raccolti. Si noti l'elenco dei parametri valutati, l'attribuzione dei punteggi alle risposte e l'elaborazione finale.