

APPLICAZIONE IN ATLETICA LEGGERA DELL'INDAGINE ELETTROCARDIOGRAFICA COMPUTERIZZATA

*G. GAMBELLI, P. GIAMPAOLO, P. PINO, A. SALATI, M. DE LAURETIS,
G. PALMIERI, M. FERRARI, L. CAPUANI*

Abbiamo colto l'occasione delle Universiadi di atletica leggera del 1975 a Roma per intraprendere uno studio EC Grafico che potesse portare un contributo alla migliore conoscenza dell'annoso problema del cuore da sport.

Lo scopo del nostro lavoro è stato infatti quello di cercare un rapporto fra le modificazioni EC Grafiche riscontrate e l'attività atletica specialistica. Abbiamo cercato cioè di identificare alcune modificazioni del tracciato che fossero tipiche per certi gruppi di specialità dell'atletica leggera.

Per una simile indagine era naturalmente indispensabile la collaborazione di un calcolatore elettronico che fornisse un giudizio costante ed imparziale dei vari accidenti EC Grafici, in base al programma inserito inizialmente. A tale fine ci è sembrato che il programma più adeguato alle nostre necessità fosse quello elaborato da Bonner e Coll.

Ci occorre doveroso un ringraziamento alla IBM italiana e svedese, alla Cardionics di Bruxelles, al Centro Cardiologico ed al Centro Meccanografico dell'Ospedale di Vicenza per la fattiva collaborazione prestataci.

Materiale e Metodo

Sono stati registrati 320 ECG di altrettanti atleti appartenenti a 36 Nazioni. L'ECG è stato rilevato solamente in condizioni di riposo, da un apposito carrello Cardionics a tre canali, in cui il tracciato veniva graficato su carta termosensibile e contemporaneamente inciso su nastro magnetico.

Per abbreviare al massimo i tempi di registrazione dell'ECG abbiamo posto il carrello fra due lettini, in modo tale che durante la raccolta di un tracciato, venisse « preparato » il soggetto successivo. Bastava quindi collegare il cavo con gli elettrodi già predisposti per poter eseguire il secondo tracciato. Inoltre, durante tale manovra, la persona addetta al carrello preparava il codice di identificazione del nuovo paziente. Complessivamente l'équipe all'opera era costituita da quattro persone: una al carrello, una a ciascun lettino, la quarta era preposta all'accettazione dei pazienti-atleti ed alla compilazione dei biglietti per

l'identificazione dei singoli, che andava riportata in codice sul nastro prima della registrazione del relativo ECG.

Con questo sistema ci è stato possibile eseguire trenta ECGrammi all'ora, cioè due minuti per ogni esame, comprendendo in quei due minuti il tempo per porre gli elettrodi, per identificare il paziente, per registrare il tracciato e per togliere gli elettrodi.

L'ECG comprendeva la registrazione delle 12 derivazioni classiche, per una durata di 8 secondi ciascuna con commutatore automatico per i passaggi successivi; inoltre alla fine veniva registrato un tratto più lungo di 12 secondi in cui erano scelte le tre derivazioni (V_1 ; II; V_6 in ordine dall'alto in basso) per l'analisi del ritmo.

Il calcolatore ha preso in considerazione 5,088 secondi di ogni derivazione per l'analisi automatica; dell'ultimo tratto invece, per l'analisi del ritmo, sono stati considerati 8 secondi.

Alla fine dei Giochi i nastri sono stati trasportati al Centro Cardiologico dell'Ospedale Civile di Vicenza per la conversione analogico-digitale e quindi elaborati presso il Centro Meccanografico dello stesso Ospedale. Il programma di analisi automatica dell'ECG inserito nel calcolatore è quello elaborato da Bonner e Coll. e noi abbiamo ritenuto opportuno riportarlo in appendice al nostro lavoro.

Risultati

Sono stati riassunti nelle varie tabelle per fornire un quadro sintetico ed esauriente nello stesso tempo; tuttavia sarà utile un esame anche particolareggiato nei vari prospetti.

Dall'esame della Tab. I si ricavano alcuni dati relativi all'indagine condotta, nel suo insieme: le varie specialità dell'atletica leggera sono state raccolte in sette gruppi che presentano, ciascuno, caratteristiche peculiari di allenamento e quindi rappresentano stimoli di diversa natura ed entità sull'apparato cardiovascolare. Inoltre una rapida panoramica sull'indagine permette di fare alcune prime considerazioni: su 320 esami eseguiti, sono stati rifiutati per l'analisi automatica solo 5 tracciati; dei 315 accettati 234 appartengono a soggetti di sesso maschile e 81 a soggetti di sesso femminile.

Per quanto riguarda le singole specialità si può sottolineare come il gruppo degli sprinters sia quello più folto della nostra indagine, mentre il gruppo del fondo e delle prove multiple siano i più sparuti. Scarsa è stata anche la partecipazione del sesso femminile alle gare di mezzofondo. Non vi sono rappresentanti del sesso femminile nelle gare di fondo poiché questo non figura nei programmi riservati alle donne.

Il comportamento della frequenza cardiaca in rapporto alle varie specialità (Tab. II) ha dato i seguenti risultati: la stragrande maggioranza dei casi ha presentato frequenze oscillanti fra 50 e 69 battute al minuto. In particolare 104 casi fra 60 e 69 battute al minuto e 88 casi fra 50 e 59 battute al minuto. Per quanto riguarda invece le singole specialità: i velocisti, i quattrocenttisti, i saltatori ed i decatleti hanno

TAB. I

S P E C I A L I T A'	M	F	TOT
VELOCITA'	53	21	74
VELOCITA' PROLUNGATA	40	13	53
MEZZOFONDO	38	9	47
FONDO	25	-	25
SALTI	30	16	46
LANCI	35	16	51
PROVE MULTIPLE	13	6	19
ESAMI ACCETTATI	234	81	315
ESAMI RIFIUTATI	3	2	5
TOT. ESAMI EFFETTUATI	237	83	320
% SCARTI	1,27	2,40	1,55

presentato la maggiore incidenza fra 60 e 69 battute al minuto. Non solo, ma gli unici due casi con frequenza inferiore alle 40 battute/min appartengono ad un mezzofondista e ad un fondista. Al contrario, le specialità che hanno presentato casi di frequenza cardiaca superiore alle 89 battute/min sono rappresentate dal gruppo salti con una percentuale del 6,5% e dal gruppo degli sprinters con una percentuale del 4,5%. Per quanto riguarda il sesso infine, per ciascun gruppo di specialità si può rilevare che la frequenza cardiaca delle femmine presenta la maggiore incidenza al livello immediatamente superiore rispetto a quello dei maschi.

Riguardo all'età (Tab. III) possiamo rilevare che nessuna femmina risulta fra le età più giovani (18-19 anni) né fra le età più avanzate (30 anni ed oltre). La maggiore incidenza invece si verifica, sia per gli uomini che per le donne, fra i 20 ed i 24 anni. Tale considerazione vale anche per le singole specialità. La specialità più giovane è rappresentata dal gruppo della velocità prolungata in cui nessun atleta raggiunge i 30 anni.

TAB. II

FREQUENZA CARDIACA	VELOCITA'		VELOCITA' PROLUNGATA		MEZZO FONDO		FONDO		SALTI		LANCI		PROVE MULTIPLE		TOTALE FINALE		
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	T
<40					1	1	1	1							1	1	2
40-49	2	2	4	1	7	1	6	6	2	1	3	1	1	1	22	4	26
50-59	20	2	13	2	18	4	8	8	8	2	10	5	1	4	1	5	88
60-69	17	7	16	4	9	1	8	8	12	4	16	13	5	7	1	8	104
70-79	12	5	6	6	2	2	2	2	4	5	9	12	7	1	3	4	67
80-89	1	5	1	1	2	2	2	2	3	2	5	5	1				20
>89	1	2	3						1	2	3	1	1	1	1	1	8
TOT	53	21	74	40	13	53	38	9	25	30	16	35	16	13	6	19	315

0

TAB. III

ETA'	VELOCITA'		VELOCITA' PROLUNG.		MEZZO FONDO		FONDO		SALTI		LANCI		PROVE MULTIPLE		TOTALE		
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	T
18 - 19	2	2	6	6	3	3	3	3	3	3				1	1	18	18
20 - 24	36	15	25	11	27	6	12	12	19	14	33	25	13	10	4	14	217
25 - 29	13	6	9	2	7	3	9	9	6	2	8	9	3	1	2	3	72
>30	2	2			1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	8

TAB. IV

	VELOCITA'		VELOCITA' PROLUNGATA		MEZZO FONDO		FONDO		SALTI		LANCI		PROVE MULTIPLE	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
P - R	149,7	137,9	152,1	134,5	163	159	160		151,8	149,2	152	146,9	145,8	164
Q R S	96	85,7	96,9	89,3	98	86	99,9		94,9	83,7	98,7	85,7	97	94,8
Q - T	380,4	365,3	384,5	381,3	396,8	403,8	408,3		374,1	349,6	364,1	368,6	388,6	382,1
T	183,2	170,5	184,9	172,1	183,5	171,5	188,3		180,1	175,5	179,3	161,2	182	186,1
P	96,9	90,9	99,4	100,1	100,8	96,2	100,1		96,5	97,1	100,7	89,5	98	103,3

TAB. V

	VELOCITA'		VELOCITA' PROLUNGATA		MEZZO FONDO		FONDO		SALTI		LANCI		PROVE MULTIPLE		TOTALE FINALE		%				
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F					
E.C.G.	16	14	30	7	3	10	1	1	6	8	14	15	13	28	2	2	4	47	41	88	27,9
NORMALI	37	7	44	33	10	43	38	8	46	24	24	20	3	23	11	4	15	187	40	227	72,1

Dall'esame della Tab. IV si può desumere che il QRS non presenta modificazioni significative in rapporto alle varie specialità. Il PR ed il QT presentano, sia pure con scarse variazioni, un andamento inverso a quello della frequenza cardiaca. Per l'onda T invece si può rilevare un comportamento costante per tutte le specialità tranne che per il fondo, in cui la media appare ad un livello leggermente superiore. Per quanto riguarda il comportamento fra maschi e femmine, tutti i parametri considerati hanno presentato valori medi più elevati per i maschi che per le femmine, in tutte le specialità tranne che per le prove multiple, in cui PR, T e P delle femmine assurgono a livelli superiori che per i corrispettivi maschili.

La Tab. V fornisce una visione complessiva dei risultati del calcolatore dopo l'analisi automatica dei tracciati. Il risultato finale è già eclatante ed altamente significativo: 88 tracciati normali contro 227 alterati! In particolare sono degni di menzione i rilievi a carico del mezzofondo e del fondo. Nel mezzofondo infatti su 38 soggetti maschi esaminati nessuno ha presentato un tracciato normale; una sola femmina delle 9 esaminate ha presentato un tracciato nei limiti della norma. Per la specialità del fondo un solo maschio dei 25 controllati è risultato avere un tracciato ecgrafico normale.

Al contrario, su 21 velociste femmine solo un terzo presenta il tracciato alterato, come pure solo 3 lanciatori su 16. Per quanto riguarda i totali finali, dobbiamo dire che un tracciato normale è risultato nel 20% dei maschi e nel 50,6% delle donne.

Nella Tab. VI sono state raggruppate tutte le alterazioni ecgrafiche riscontrate nella nostra indagine, ma per una valutazione più chiara abbiamo ritenuto utile suddividere tale tabella in tre gruppi, il primo dei quali (Tab. VI A) comprende esclusivamente le turbe del ritmo; il secondo (Tab. VI B) le alterazioni meno significative sul piano clinico cardiologico e più omogeneamente distribuite fra le varie specialità; il terzo (TAB. VI C) infine comprende le alterazioni di sicuro interesse clinico. Fra le turbe del ritmo la bradicardia assume un significato di netta prevalenza. Al contrario solo tre sono i casi di tachicardia, tutti appartenenti al sesso femminile. Altrettanto scarse sono le aritmie extrasistoliche, che sono state riscontrate in tre lanciatori ed in una pentatleta.

Trascurabile lo scappamento nodale (un solo caso). Il wandering seno-atriale è stato registrato 7 volte di cui 3 in mezzofondisti. Il ritmo giunzionale è stato riscontrato 8 volte, in una donna ed in sette uomini. Il PR corto è comparso in quasi tutte le specialità tranne che nel fondo, con maggiore incidenza nel gruppo dei velocisti e soprattutto nel gruppo femminile della velocità prolungata.

Una sorpresa è stata il riscontro di otto casi di BAV di 1° grado e di due casi di BAV di 2° grado, tutti appartenenti al sesso maschile, senza un significativo raggruppamento in qualcuna delle specialità considerate.

La ripolarizzazione precoce è stata riscontrata soprattutto fra quattrocentisti e mezzofondisti, tutti maschi. Onde T ampie sono state riscontrate nel mezzofondo e nel fondo; per altro pochi casi in assoluta prevalenza maschile. La deviazione assiale destra ha rappresentato un

TAB. VIA

	SPRINT			400 400 HS			800-1500 3000ST			5,000 10,000			JUMPS			PUTS			PENTATHL. DECATHL.			TOTALS		
	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T
BRADYCARDIA	21	2	23	13	2	15	21	5	26	13	13	10	3	13	5	2	7	5	1	6	88	15	103	
TACHYCARDIA	1	1										1	1					1	1		3	3		
PREMATURE COMPLEX															3	3		1	1		3	1	4	
NODAL ESCAPED BEATS							1	1													1		1	
WANDERING S.A.	1	1		1	1	2	2	1	3			1	1								5	2	7	
JUNCTIONAL RHYTHM				2	1	3				3	3	2	2								7	1	8	
SHORT P-R	3	3		2	2		1	1				1	1		1	1		1	1		5	4	9	
FIRST DEGREE A.V. BLOCK	1	1		2	2		1	1		2	2	1	1		1	1					8		8	
SECOND DEGREE A.V. BLOCK				1	1		1	1				1	1								2		2	

TAB. VI B

	SPRINT	400 400 HS	800 - 1500 3000ST	5,000 10,000	JUMPS	PUTS	PENTATHL. DECATHLON	TOTALS
	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T
EARLY REPOLARIZATION	3 1 4	10 10	10 10	6 6				29 1 30
EARLY TRANSITION	1 1	1 1				2 2		4 4
T WAVE ABNORMALITIES	1 1 2	1 1	1 1			1 1	1 1	5 1 6
LONG Q T			1 1					1 1
LARGE T		1 1	3 3	2 2	1 1			6 1 7
S T ABNORMALITIES		1 1	1 1		2 2		1 1	5 5
UNUSUAL P AXIS		1 1	1 1		1 1			2 1 3
RIGH AXIS DEVIATION	4 1 5	6 6	4 1 5		6 6	3 3		23 2 25
R S R' IN $V_1 - V_2$	1 1	1 2 3	1 1 2	1 1	1 2 3	1 1	1 1	5 7 12
I.V.C.D.	1 1			1 1		4 4		6 6

TAB. VI C

	SPRINT	400 400 HS	800 - 1500 3000 ST	5,000 10,000	JUMPS	PUTS	PENTATHL. DECATHLON	TOTALS
	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T	M F T
$SV_2 + RV_6 > 4,3mV$ or $RV_3 > 2,8mV$	13 1 14	15 4 19	17 3 20	14 14	6 1 7	2 2	2 2	69 9 78
INCOMPLETE R.B.B.B.	6 6	5 3 8	8 1 9	6 6	2 1 3	2 2	2 1 3	31 6 37
R.V.H.	4 1 5	4 4	5 5	3 3	3 3	2 2		21 1 22
L.V.H.	2 1 3	3 3	4 4	4 4		3 3	3 3	19 1 20
ATRIAL INVOLVEMENT	3 3	1 1	4 4	4 4	1 1		2 2	15 15
PULMONARY DISEASE	1 1	1 1						1 1 2
VENTRICULAR INJURY				2 2				2 2
ISCHEMIA				2 2		2 2	1 1	4 1 5

reperito discretamente frequente (7,93%) in quasi tutte le specialità con assoluta prevalenza ancora nel sesso maschile.

Il blocco della branca destra del fascio di His di tipo incompleto è stato riscontrato 37 volte, ma solo in 6 casi si trattava di femmine, ed ha presentato una maggiore incidenza nei settori della velocità prolungata, del mezzofondo e del fondo. Gli alti voltaggi poi presentano anch'essi una distribuzione analoga con una maggiore incidenza nei gruppi del mezzofondo e del fondo e con una grossa prevalenza nel sesso maschile (69 maschi e 9 femmine).

Ipertrofia ventricolare destra: 22 casi in tutto di cui uno solo appartenente al sesso femminile, la cui distribuzione risulta apparentemente omogenea. Ipertrofia ventricolare sinistra: 20 casi, di cui una sola femmina, con incidenza apparentemente maggiore nelle specialità del fondo e del mezzofondo.

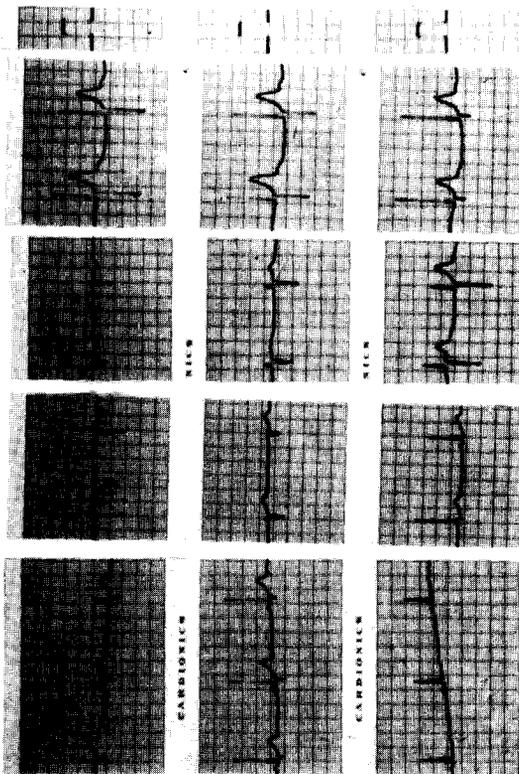
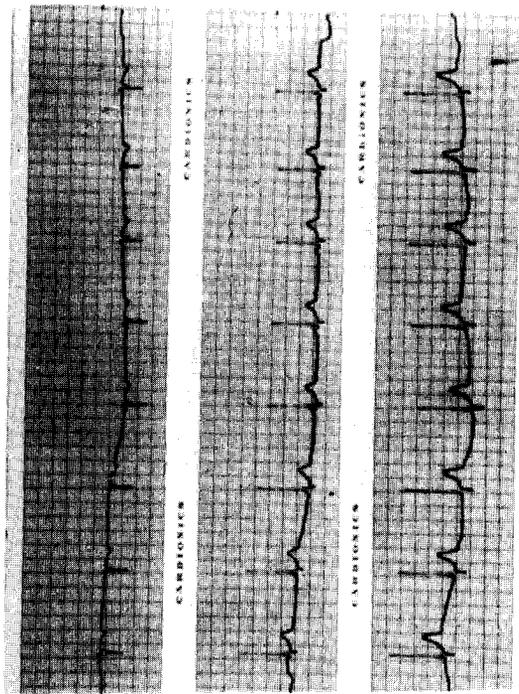
Quindici i casi di danno atriale, tutti maschi, con maggiore incidenza nelle specialità del fondo e del mezzofondo.

Infine: due casi di danno ventricolare, entrambi appartenenti alla specialità del fondo; 5 casi di ischemia, di cui due appartenenti al fondo, due ai lanci e l'ultimo ad una pentatleta.

I tracciati normali sono stati complessivamente 88, in netta prevalenza appartenenti a femmine.

DISCUSSIONE

Parte I - Lo studio portato a termine con l'ausilio del calcolatore ci propone per prima cosa la valutazione sia dell'attendibilità del sistema, sia del suo reale impiego, inoltre la focalizzazione di possibili controversie diagnostiche o di errori di interpretazione. Per una simile valutazione è necessario avere cognizioni piuttosto precise del programma inserito nel calcolatore stesso, che noi abbiamo aggiunto in appendice. Possiamo subito dire che vi è stata un'estrema concordanza di interpretazione dei tracciati fra la lettura del calcolatore e la lettura dei cardiologi. Su 315 tracciati letti, 295 sono stati correttamente interpretati alla luce del programma inserito; in sette tracciati venne posta la diagnosi di ritmo indeterminato e non venne precisata l'esistenza di un wandering seno-atriale. In un caso con accentuata onda U, verosimilmente questa è stata interpretata per onda atriale e pertanto è stata fornita la diagnosi di blocco atrio-ventricolare di 2° grado tipo Mobitz II. Al contrario, un BAV di 2° grado tipo Mobitz I è stato interpretato come ritmo indeterminato verosimilmente perché l'allungamento della conduzione atrio-ventricolare era estremamente lento e soltanto nella parte più lunga della registrazione è stato possibile cogliere il blocco della conduzione dello stimolo ai ventricoli. Siccome non tutto il tracciato registrato viene letto dal calcolatore, ma solamente 5 degli 8 secondi della registrazione di ogni derivazione e soltanto 8 dei 12 secondi dell'ultimo tratto dove sono ripetute le derivazioni V₁, II, V₆, è verosimile che l'errore sia dovuto al fatto che l'arresto della conduzione sia capitato proprio nel tratto non considerato dal calcolatore.



SEPTEMBER CIVILIC RI RECORDS - RESULTS IN CARDIONICS

PATIENT NAME: [REDACTED]

DATE: [REDACTED]

TIME IN HELLICONS: [REDACTED]

HEART RATE: [REDACTED]

AVG. INTERVALS IN MS: [REDACTED]

AVG. P-R-T INTERVALS IN SECONDS: [REDACTED]

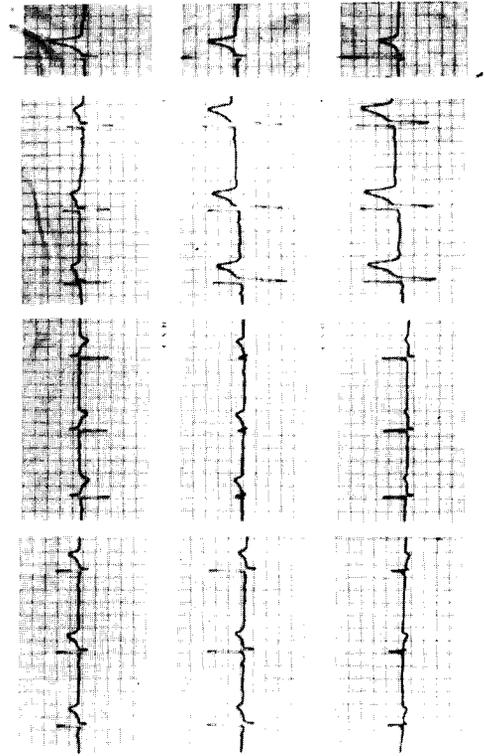
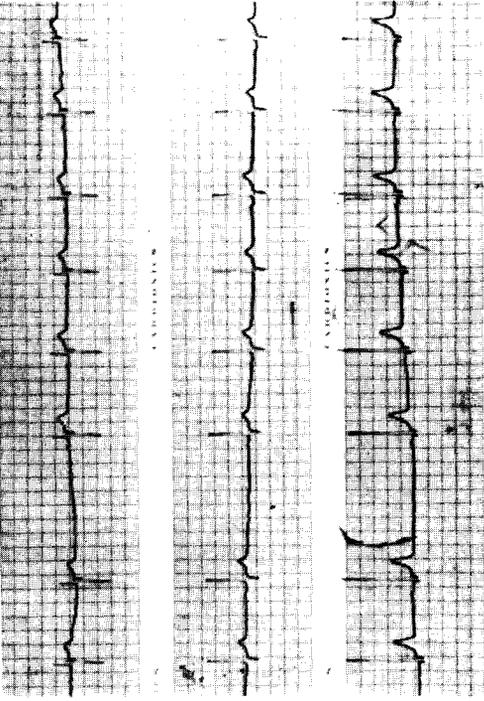
AVG. QRS DURATION IN SECONDS: [REDACTED]

AVG. ST-T AMPLITUDE IN MILLIVOLTS: [REDACTED]

LEAD	P	Q	R	S	T	U
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
III	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AVR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AVL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fig. 1

Fig. 2



ISPERALE CIVILE DI VIENNA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA

F. I. O. S. L. - UNIVERSITA' 1975

PACIENT NUMBER 142194 CONTINUED.

UNDERTAKING RHYTHM, RATE 46

POSSIBLE 1ST DEGREE AV BLOCK (P-R INTERVAL 220 MS)

POSSIBLE EARLY REPERFUSION OR ACUTE ANTEROLATERAL WALL INFARCT

INCOMPLETE RBBB
 QRS WIDTH 120 MS (BETWEEN LEAD I AND II)
 QRS AMPLITUDE 1.5 MV (BETWEEN LEAD I AND II)
 QRS AXIS NORMAL (QRS IN LEAD I AND II)
 QRS IN LEAD I AND II NEGATIVE, QRS IN LEAD III POSITIVE, QRS IN LEAD aVF POSITIVE
 QRS IN LEAD V1 POSITIVE, QRS IN LEAD V2 POSITIVE, QRS IN LEAD V3 POSITIVE, QRS IN LEAD V4 POSITIVE, QRS IN LEAD V5 POSITIVE, QRS IN LEAD V6 POSITIVE

INTERVALS IN MS

P-R QRS QRS-T QRS-SP QRS-TND QRS-TND-SP

LEAD	Q	R	S	T	SP	TND	SP-TND	QRS	SP	TND	SP-TND
I	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
aVR	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
aVL	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
aVF	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V1	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V2	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V3	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V4	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V5	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0
V6	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0

Rimangono undici tracciati per i quali il calcolatore ha fornito diagnosi di sistoli premature di vario tipo. In tutti questi casi non esisteva alcuna aritmia extrasistolica, ma solamente una spiccata aritmia sinusale. D'altro canto il calcolatore ha sempre rilevato ed identificato le sistoli premature in tutti i tre tracciati in cui erano realmente presenti. Volendo trasformare questi rilievi in numeri, possiamo calcolare che soltanto 13 tracciati sono stati erroneamente interpretati, poiché la dizione 'ritmo indeterminato' nei casi di Wandering s.a. va considerata non un errore ma un limite di interpretazione; sicché la lettura del calcolatore è risultata erronea in parte solo nel 4,12% dei casi.

Un'ulteriore osservazione da opporre al programma è una certa interpretazione pessimistica di determinati tracciati. Infatti in una percentuale del 9,2% pari a 29 casi, l'interpretazione fornita dal calcolatore, pur essendo perfettamente univoca col programma inserito, è stata occasione di discussione fra la nostra équipe. Ma su questo argomento torneremo ampiamente in seguito.

Infine è da sottolineare il numero estremamente basso dei tracciati rifiutati dal calcolatore; non solo, ma i motivi del rifiuto sono parsi estremamente validi poiché riguardano in due casi errori tecnici di esecuzione del tracciato ed in tre casi una scarsa collaborazione da parte del paziente. Appare superflua la considerazione che la perdita di cinque tracciati su 320, registrando ad una media di 30 tracciati l'ora, rappresenta un margine veramente irrisorio.

TAB. VII

TOTALE ECG REGISTRATI		320	
RIFIUTI	DISTACCO ELETTRIODI	2	0,625
	TREMORI GROSSOLANO	3	0,937
			1,56%
ERRORI INTERPRETAZIONE		13	4,12%
DIAGNOSI INCOMPLETA		7	2,22%
DIAGNOSI DISCUTIBILE		29	9,20%

In conclusione potremmo riassumere la nostra esperienza con queste cifre: dei 320 tracciati eseguiti 5 (pari al 1,56%) sono stati rifiutati; 13 (pari al 4,12%) sono stati erroneamente interpretati per quanto riguarda il ritmo; 7 (pari al 2,2%) hanno fornito un'incompleta diagnosi del ritmo; 29 (pari al 9,2%) hanno dato adito a discussione di interpretazione (Tab. VII).

Parte II - Questa nostra esperienza è stata eseguita su un buon numero degli atleti partecipanti alle Universiadi di Atletica Leggera del 1975.

Abbiamo scelto appositamente questo appuntamento della gioventù atletica per eseguire tale indagine, allo scopo di avere una campionatura estremamente varia della nostra casistica. Si tratta infatti di atleti appartenenti, sia pure in varia proporzione, a 36 Nazioni di 4 Continenti; non solo, ma si tratta anche di gioventù atletica altamente selezionata da prove preliminari nazionali per superare le quali era necessario che gli atleti stessi possedessero alcune capacità che si acquisiscono solo con un certo allenamento.

Abbiamo cioè voluto affrontare un discorso estremamente generico, sia per condizioni di vita e di clima, sia per condizioni di allenamento e di tecnica atletica, in previsione di ulteriori indagini invece estremamente selezionate e limitate allo studio della gioventù italiana.

Dall'esame dei risultati delle singole tabelle ci è possibile discutere su diversi argomenti.

Per quanto riguarda la Tab. I, la parte dedicata all'indagine elettronica è già stata presa in considerazione. Emerge invece un altro dato che riguarda la suddivisione dei vari atleti per singoli gruppi di specialità ed il nostro forse arbitrario raggruppamento di specialità. Infatti in vista di un'indagine cardiologica abbiamo ritenuto di raggruppare tutte le specialità dell'atletica leggera sostanzialmente in sette categorie, che è verosimile debbano sollecitare diversamente l'apparato cardio-vascolare in funzione del loro allenamento specifico. E così nel gruppo della velocità abbiamo considerato i m 100 e 200, i 100 hs ed i 110 hs; nel gruppo da noi definito come velocità prolungata abbiamo considerato gli atleti partecipanti alle gare dei m 400 e dei 400 hs, in cui l'allenamento è notoriamente diverso da quello del gruppo precedente. La categoria del mezzofondo (m 800, 1500, 3000 st) l'abbiamo distinta da quella del fondo (m 5000 e 10000) perché considerata con caratteri intermedi tra la precedente e la successiva.

I gruppi dei salti e dei lanci comprendono le rispettive varie specialità. Infine abbiamo ritenuto di considerare un gruppo a parte quello dei deca- e pentatleti giacché questi sono soggetti ad allenamenti misti per la proteiforme attività. Dalla densità di rappresentanti nei vari gruppi, già presa in considerazione, possiamo osservare che essa diminuisce via via che le prestazioni divengono sempre meno istintive e naturali ed invece più tecniche. Non solo, ma fra i vari gruppi di corsa la densità di popolazione diminuisce quando si considerano quelle distanze che comportano maggiori sacrifici fisici. Dovremmo concludere che anche nel campo atletico sportivo « l'animale uomo » cerca di faticare di meno?

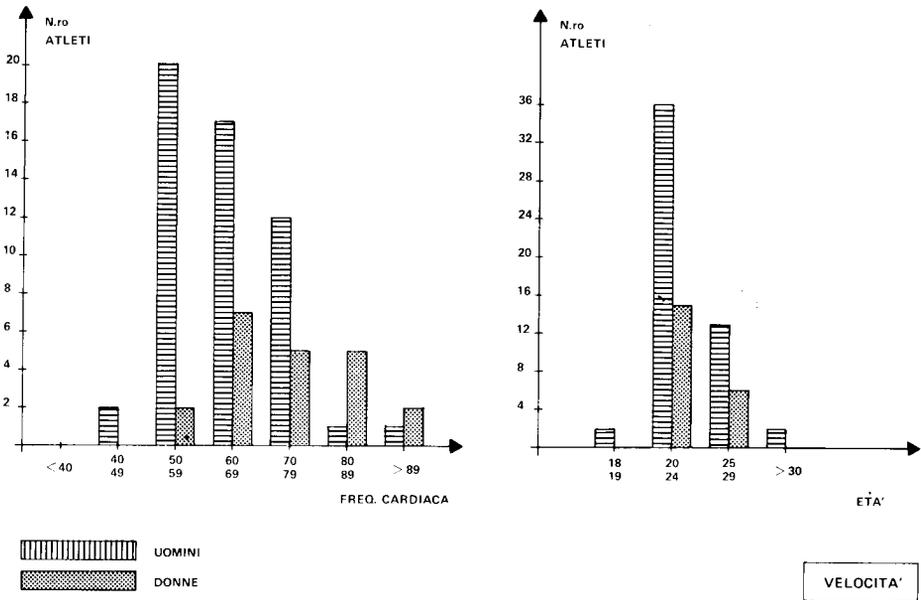


Fig. 3

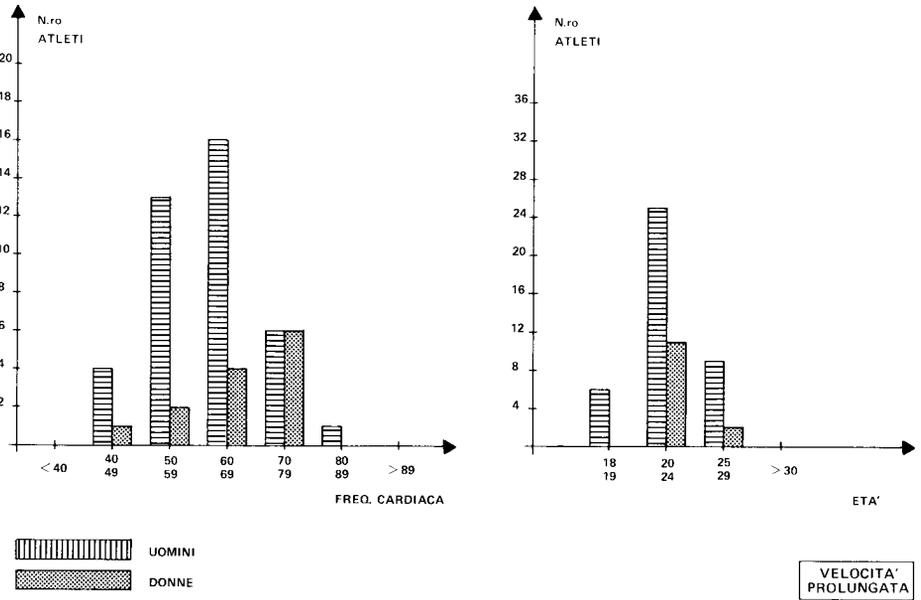


Fig. 4

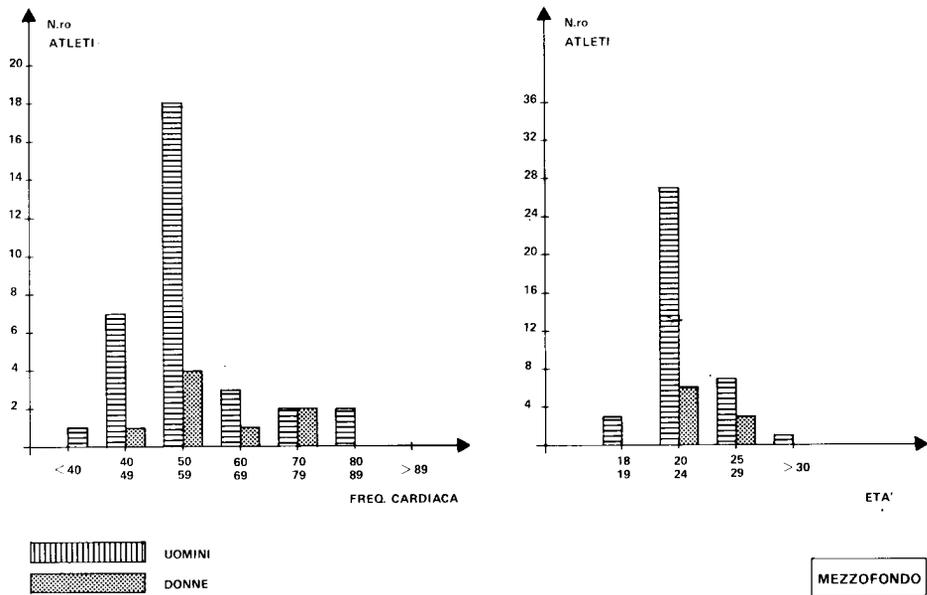


Fig. 5

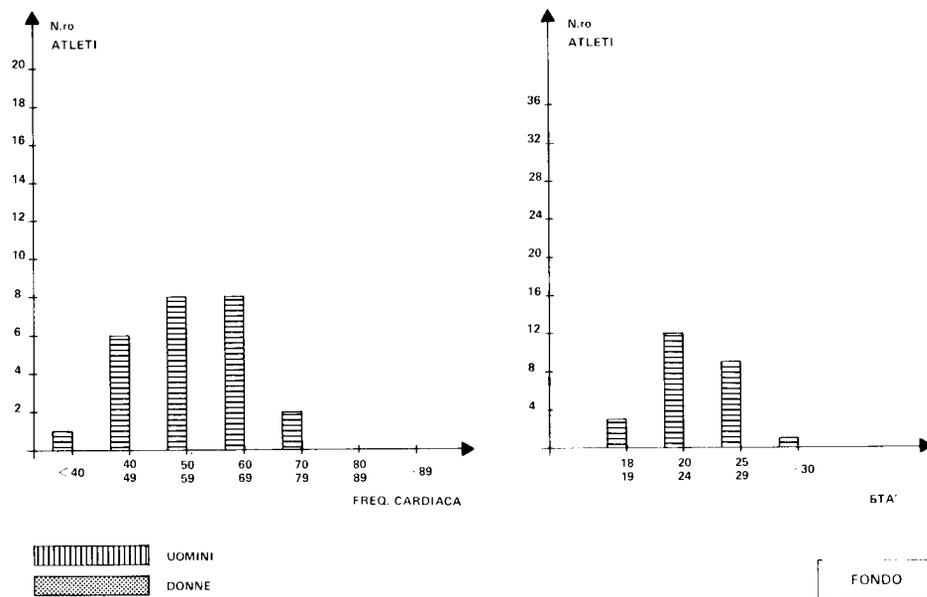


Fig. 6

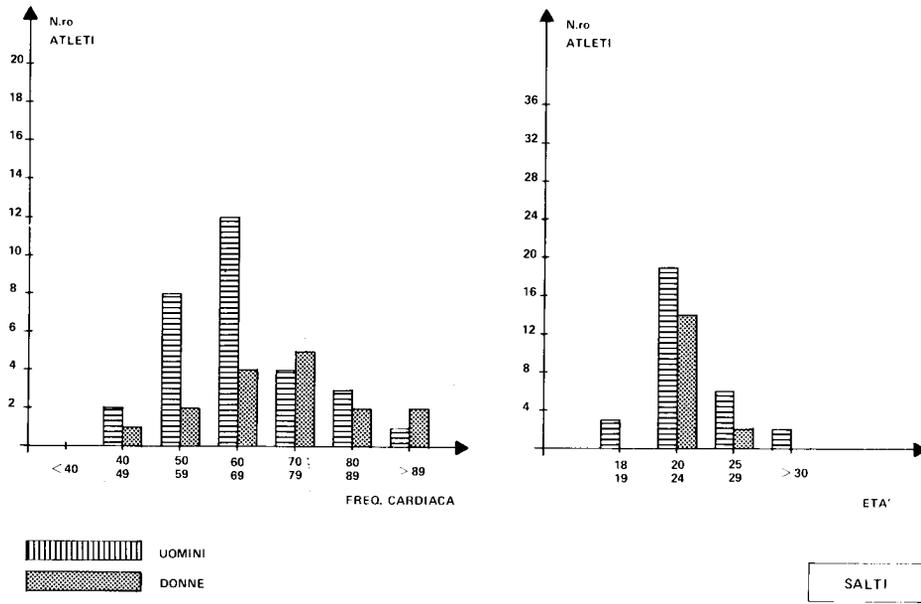


Fig. 7

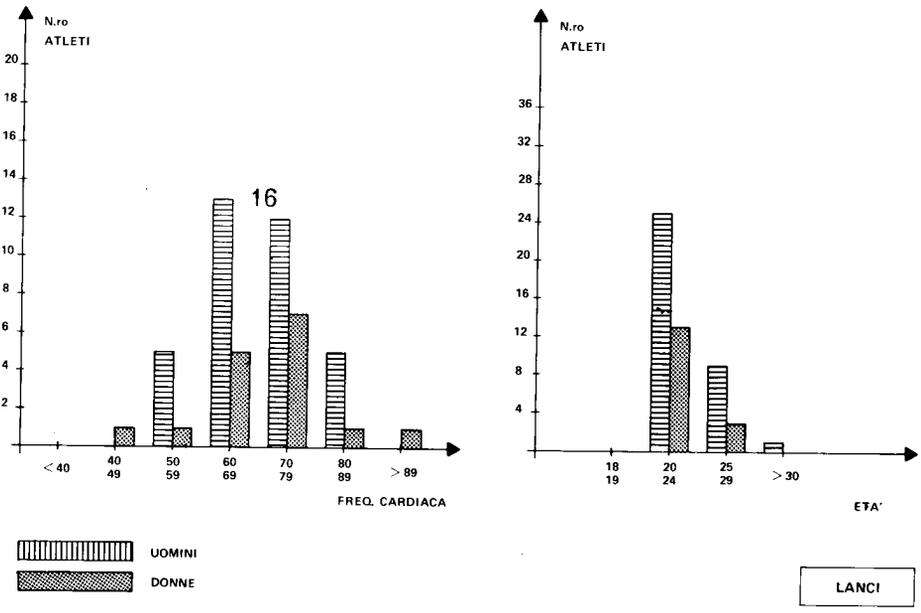
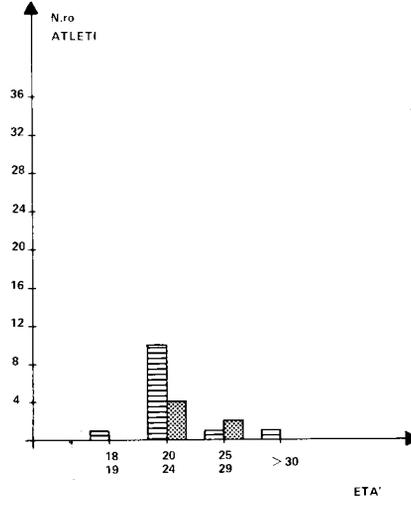
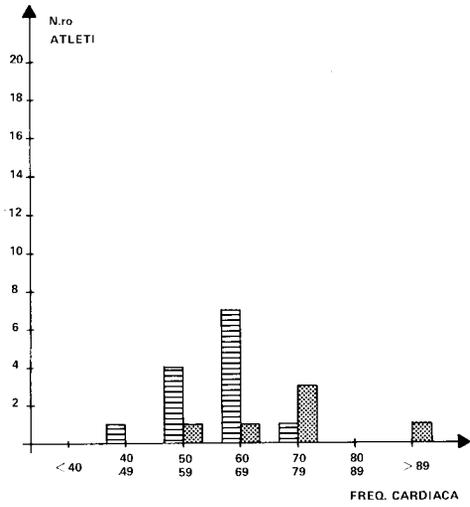


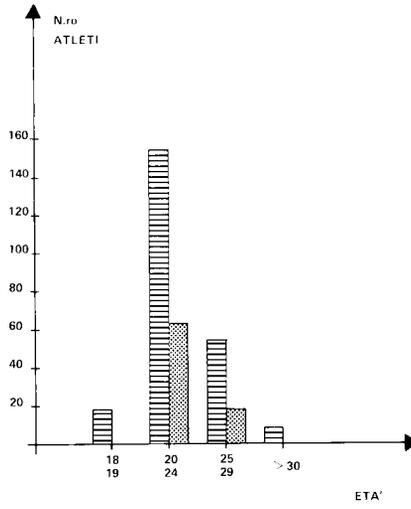
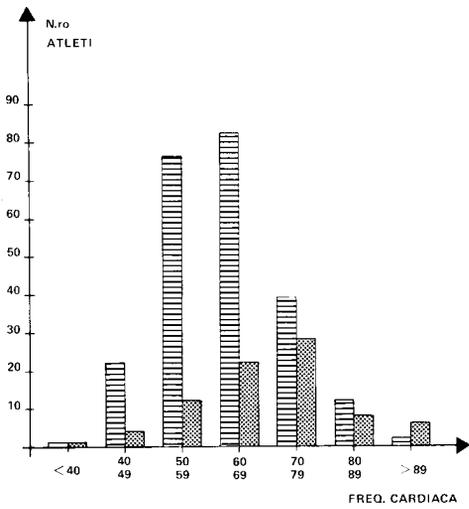
Fig. 8



 UOMINI
 DONNE

PROVE MULTIPLE

Fig. 9



 UOMINI
 DONNE

TOTALE FINALE

Fig. 10

Dall'esame della F.C. (Tab. II) emerge una nozione ormai già nota: l'attività sportiva induce un abbassamento della FC. La massima incidenza di casi infatti è stata per una frequenza oscillante fra 50 e 69 battute al minuto in un calcolo globale che non tenga conto della distinzione per sesso. Si è visto anche che le specialità che comportano un allenamento estremamente impegnativo per le funzioni cardiocircolatorie inducono un maggior rallentamento della FC.

Saremmo qui tentati di far cenno al funzionamento del cuore come pompa, le cui prestazioni migliorano con il maggior riempimento diastolico e conseguente allungamento della fibra cardiaca per aumentato precarico. Le specialità invece in cui l'attività cardiocircolatoria è meno impegnata non hanno presentato significative modificazioni della FC da valori considerati normali. Infatti una elevata incidenza di casi per i lanciatori risulta fra 70 e 79 battute/min. Per quanto riguarda il comportamento della FC in rapporto al sesso e alle singole specialità, si è già detto che nelle femmine essa coincide con le fasce di frequenza immediatamente superiori a quelle dei maschi per ogni specialità. Da questa osservazione e da quella anatomica che generalmente il cuore maschile pesa più di quello femminile si potrebbe desumere che il muscolo cardiaco nel maschio è meglio adattabile a lavori di volume, mentre quello femminile più facilmente ricorre al meccanismo dell'aumento di frequenza per mantenere un'elevata portata. L'analisi del parametro età (Tab. III) in questa nostra indagine presenta un limite importante: non può costituire un'età media dei giovani praticanti l'atletica, essendo una casistica selezionata e trattandosi di una competizione (le Universiadi) ristretta a soli studenti universitari. Pur tuttavia ci è possibile ricavare alcune considerazioni: l'età compresa fra 20 e 24 anni rappresenta la fascia più densamente popolata sia dagli uomini che dalle donne per tutti i gruppi di specialità. Tale osservazione è avvalorata anche dal fatto che in tale periodo della vita le strutture fisiche raggiungono il massimo livello organizzativo e prestativo. Ma si può anche vedere come nel settore dei lanci nessun atleta riesca ad esprimersi al meglio prima dei 20 anni mentre ciò è possibile, sia pure in un limitato numero di casi, per altre specialità. D'altro canto nessun atleta oltre i 29 anni è in condizione di fornire elevate prestazioni nel settore della velocità prolungata, specialità estremamente dura sia come gara in sé, sia come impegno fisico durante allenamenti faticosissimi.

Sorprende invece la presenza di due velocisti, a buon livello prestativo, di età superiore ai 30 anni, poiché la velocità è notoriamente considerata una specialità giovane per la necessità di riflessi particolarmente vivaci e pronti.

Per quanto concerne il comportamento delle varie fasi elettriche del tracciato in rapporto al sesso o alla specialità (Tab. IV) l'interpretazione dei risultati non appare né facile né univoca. Gli intervalli P-R e Q-T presentano un progressivo allungamento dal gruppo della velocità a quello del fondo con una deflessione invece per i gruppi dei salti e dei lanci, chiaramente in funzione inversa rispetto al comportamento della F.C. a riprova di quanto comunemente risaputo.

Per quanto riguarda la fase di ripolarizzazione non abbiamo variazioni statisticamente significative per nessuno dei gruppi considerati.

Vale tuttavia la pena sottolineare che i valori più alti compaiono per i maschi nel gruppo del fondo e per le femmine nel gruppo delle prove multiple.

Si potrebbero interpretare questi dati alla luce di turbe elettrolitiche latenti legate ad impegni muscolari, iperventilazione e disidratazione protratti nel tempo, sia in occasione delle prestazioni agonistiche, sia durante gli allenamenti quotidiani. Senza un contemporaneo controllo degli elettroliti del siero non appare possibile una corretta interpretazione delle variazioni dei parametri considerati, se non per quelli (P-R; Q-T) che presentano un andamento chiaramente in funzione inversa con quello della F.C.

L'esame dalla Tab. V necessita di una precisazione per la sua corretta interpretazione. L'elevato numero di tracciati alterati potrebbe far pensare che l'attività sportiva agonistica sia estremamente lesiva per le condizioni di salute dell'individuo. In realtà sotto la dizione « alterati » vengono considerate una gran parte di modeste alterazioni del tracciato, che pur esulando da quelli che sono considerati i canoni morfologici di una curva elettrocardiografica normale, non rivestono in sé alcun significato patologico. Su queste basi invece, e con un ampliamento notevole della casistica, si potrebbe cercare di individuare più compiutamente la morfologia elettrocardiografica abituale nei praticanti l'atletica a livello agonistico, secondo i tipi di specialità.

La valutazione dei risultati riassunti nella Tab. V in funzione delle specialità ci dimostra come il tracciato ECG considerato normale venga modificato in maniera decisamente significativa da quelle specialità che maggiormente sollecitano l'apparato cardiovascolare.

Ci riferiamo soprattutto al fondo ed al mezzofondo.

Per quanto riguarda la distinzione per sesso, possiamo rilevare come le femmine tendano a mantenere la normalità del tracciato in una percentuale molto più alta dei casi, rispetto ai maschi. Questo dato potrebbe essere interpretato come un minore impegno muscolare, respiratorio e cardiaco nella preparazione atletica femminile.

La valutazione dei risultati relativi alle alterazioni elettrocardiografiche riscontrate (Tab. VI) in questa indagine comporta la premessa di alcune considerazioni.

Intanto è chiaro che per la maggior parte delle anomalie si tratta di forme non decisamente patologiche, ma di varianti della norma che si possono individuare al limite fra un tracciato normale ed uno patologico. Il fatto significativo è rappresentato dalla loro elevata incidenza nella popolazione considerata, al punto da imporsi a volte come delle caratteristiche morfologiche dell'ECG dell'atleta da competizione.

Naturalmente, accanto a queste, compaiono alterazioni di sicuro significato clinico cardiologico. Si può obiettare che tale riscontro rientra nel logico calcolo delle probabilità di ogni screening di massa, ma, a parte l'elevata incidenza, per talune alterazioni sicuramente superiore rispetto ad analoghe indagini su soggetti di pari età presunti sani, deve essere tenuto presente che la popolazione di questo studio è altamente selezionata ed in condizioni di fornire prestazioni fisiche enormemente al di sopra della media. Anzi, siccome è proprio questo il carattere fondamentale che distingue la nostra popolazione, va da

sé che le modificazioni ECGrafiche incontrate sono in stretta connessione con le capacità fisiche sollecitate e sviluppate.

La bradicardia è l'elemento di più frequente riscontro e ciò non sorprende rappresentando essa una nota caratteristica del cuore da sport che cerca di lavorare utilizzando preferibilmente la gittata che non la frequenza, essendo questa seconda un meccanismo di maggior dispersione di energia.

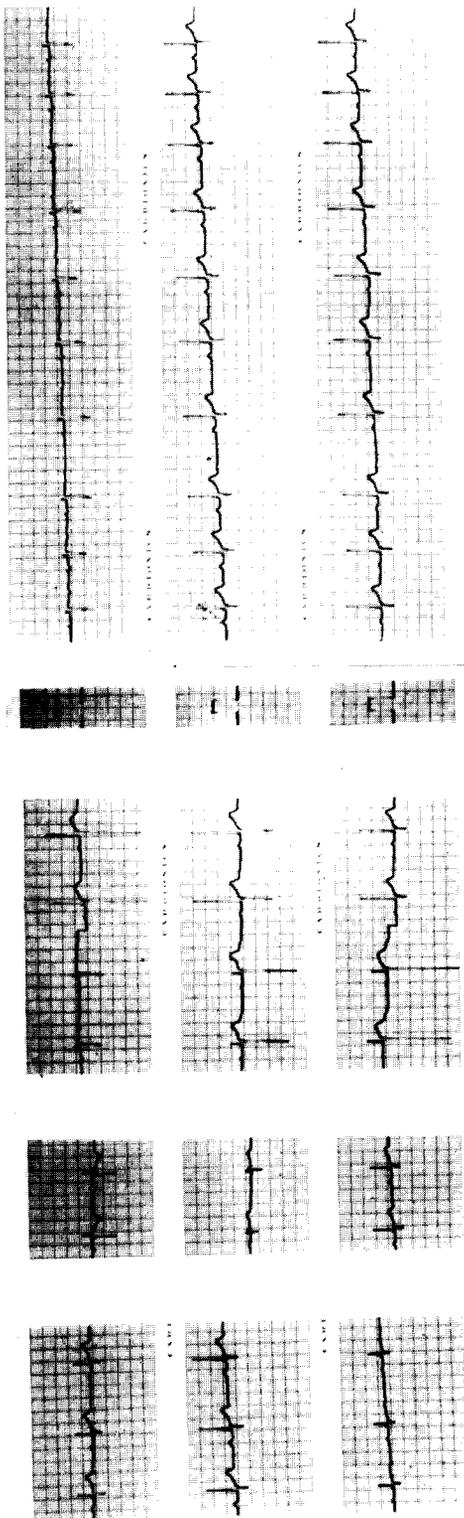
Da questo atteggiamento bradicardico consegue verosimilmente l'elevata presenza di aritmie che sono state riscontrate. Infatti l'ipertonìa vagale più o meno spiccata può essere la causa principale delle aritmie riscontrate tranne il PR corto. Appare particolarmente interessante la presenza di 8 casi di BAV di 1° grado e di due casi di BAV di 2° grado. Nel '59 Johnson e Coll. in una rassegna di 67.375 avieri e piloti di età compresa fra i 17 e i 54 anni ed in condizioni cliniche ritenute normali, ha riscontrato il BAV di 1° grado nel 0,52%. Nella nostra indagine l'allungamento del PR incide nel 2,5%, circa 5 volte di più e va tenuto presente che pur essendo una casistica enormemente più ridotta essa tuttavia presenta un'età più omogenea e più giovane.

E' nota l'influenza della stimolazione vagale nel provocare un BAV in soggetti normali e il 10% dei blocchi a.v. riconosce tale patogenesi. In tempi più recenti BAV di vario grado sono stati osservati per stimoli vagali a partenza dal tratto gastrointestinale; si è trattato comunque di forme transitorie. Inoltre BAV nei giovani è possibile come conseguenza di numerose malattie infettive e può essere temporaneo o stabile. Tale ipotesi patogenetica di ipertono vagale ci appare avvalorata dai risultati ottenuti con uno studio cardiologico condotto successivamente su due dei dieci casi di BAV incontrati. Infatti in un BAV di 1° grado ed in un BAV di 2° grado con periodismi di Luciani Wenckebach, l'esercizio muscolare di notevole entità induceva tachicardia e scomparsa della turba di conduzione a.v.

Per quanto riguarda il riscontro di PR accorciato senza modificazioni del QRS né presenza di onda delta sia pure larvata, possiamo solo dire che i nostri dati confermano quanto riferito da altri autori, i quali vogliono tale sindrome più frequente nel sesso femminile: le percentuali da noi riscontrate infatti sono del 2,1% nei maschi e del 4,9% nelle femmine. L'interpretazione di questa particolare forma di pre-eccitazione è tuttora discussa; purtuttavia, per il particolare tipo di popolazione della nostra indagine, sembra più valida l'ipotesi di un ipertiroidismo in senso lato o comunque di un atteggiamento ipersimpaticotonico, quale del resto è di facile riscontro in alcune specialità dell'atletica leggera. Infatti nella nostra indagine ben 5 casi su 9 rientrano nel gruppo degli sprinters, dove tale habitus rappresenta una condizione favorevole al miglioramento delle prestazioni.

Nella Tab. VIB sono state raccolte le anomalie ecgrafiche di scarso significato clinico. Del resto anche la loro più o meno omogenea distribuzione non permette di considerarle caratteristiche di determinati gruppi di specialità. In tale senso si potrebbero avere dati più precisi solo aumentando la casistica.

Gli unici elementi degni di considerazione appaiono il compor-



SPEDALE CIVILE DI VICENZA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA - P. O. L. - UNIVERSITA' 1975

PATIENT NUMBER 230326 CONTINUED.

SINUS BRADYCARDIA, RATE 57
 WITH FIRST DEGREE A-V BLOCK

INTERMITTENT NORMAL P-QRS

INTERVALS IN MS P PR P-R-T QRS P T QRS P T QRS

245 88 365 375 106 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15

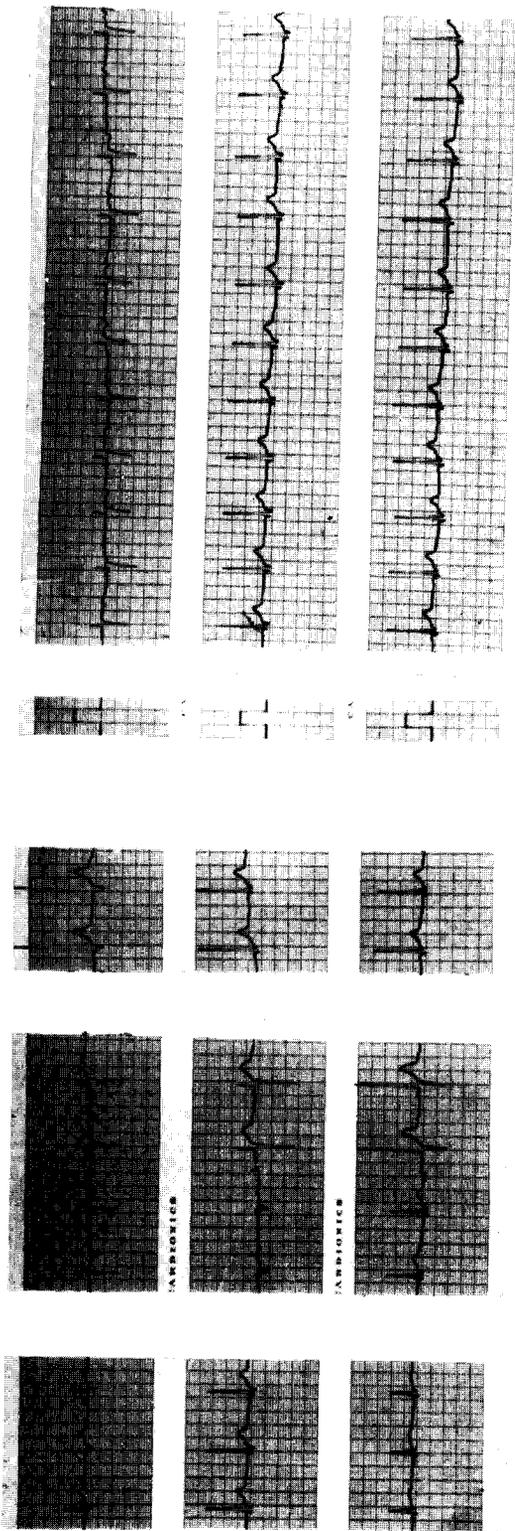
AMPLITUDES IN VOLTS OF A MILLIVOLT -----

LOC	P	Q	R	S	RP	SP	T	QT	QTc	QTd	QTn	QTp
I	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
II	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
III	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
aVR	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
aVL	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
aVF	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V3	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V4	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V5	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
V6	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

TIME IN MILLISECONDS -----

LOC	P	Q	R	S	RP	SP	T	QT	QTc	QTd	QTn	QTp
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aVR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aVL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aVF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 11



HOSPITAL CIVILE DI VERONA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA
 F. O. S. I. - UNIVERSITA' 1975
 PAGE 4

PATIENT NUMBER 890095 CONTINUED

NORMAL SINUS RHYTHM, RATE 67
 POSSIBLE IVCD
 QRS WIDTH IN LEADS I, II AND V4-V6
 SHORT P-Q
 P-R INTERVAL IS LESS THAN 110 MS

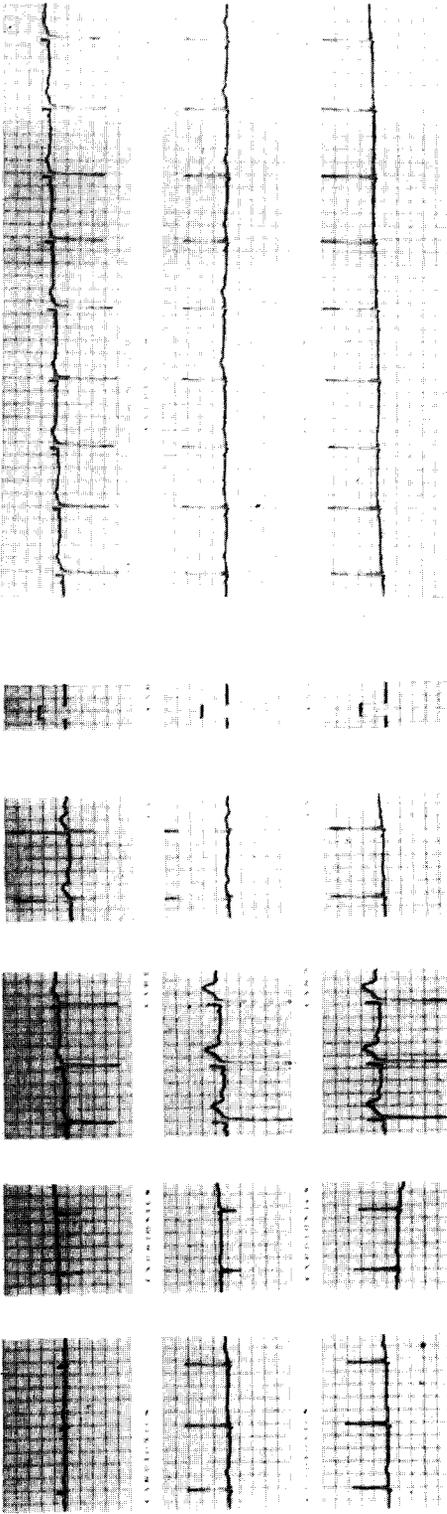
INTERVALS IN MS P QRS T PQRST
 107 123 200 170 73 44 112 142 160 167

AMPLITUDES IN TERMS OF A WILLEWOLT ---
 LEAD R S SP P Q T AREA MEAN
 I 0.7 1.1 0.0 0.0 0.1 0.8 2.3 4.8
 II 0.9 1.6 0.0 0.0 0.1 0.8 2.3 4.8
 III 0.2 0.2 0.0 0.0 0.1 0.8 2.3 4.8
 aVL 0.0 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 aVF 0.0 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V1 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V4 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V5 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V6 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

TIME IN WILLEWOLTS ---
 LEAD R S SP P Q T MEAN
 I 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 II 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 III 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 aVL 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 aVF 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 V6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Fig. 12

Fig. 13



DIPARTIMENTO CIVILE DI VICENZA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA - **P. B. R. - UNIVERSITA' 1974**

PATIENT NUMBER: 10027 - CONTINUED

NORMAL SINUS BRADYCARDIA, 41 BEATS PER MINUTE WITH SINUS ARITHMIA.

REGULAR QRS WITH STEEP NEGATIVE T WAVE AND QRS IN V1, V2, V3 IN AREA AT LEAST 4.5 MV IN LEADS I, II, III, aVF.

1. ST-T ABNORMALITY IN V4, V5, V6 AND Y LESS THAN 2.00 MV IN V4, V5, V6.

INTERVALS IN MS: P 120, QRS 70, T 110. FRONTAL PLANE ANGLES IN DEGREES: P 0, QRS 14, T 100.

LEAD	AMPLITUDES IN TERMS OF A MILLIVOLT						QRS IN V1	AREA V1/C
	R	S	Q	rS	R	S		
I	2.0	1.2	0.0	0.1	0.8	1.5	1	
II	2.5	1.0	0.1	0.1	0.8	1.5	1	
III	1.5	1.2	0.0	0.1	0.8	1.5	1	
aVR	0.5	0.4	0.4	0.0	0.1	0.5	0	
aVL	1.5	0.8	0.0	0.0	0.8	1.5	1	
aVF	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.5	1	
V1	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	
V2	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	
V3	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	
V4	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	
V5	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	
V6	0.5	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	0	

tamento dell'I.V.C.D. (Intra Ventricular Conduction Delay) e quello delle ampie onde T.

Infatti su sei casi di turbe aspecifiche della conduzione intraventricolare ben 4 sono concentrati nel gruppo dei lanciatori. Difficile ci sembra una corretta interpretazione di questo dato anche se potrebbe apparire logico considerarlo come segno indiretto di un certo quale impegno del muscolo cardiaco nel mantenere una portata sufficientemente valida a nutrire grosse masse muscolari.

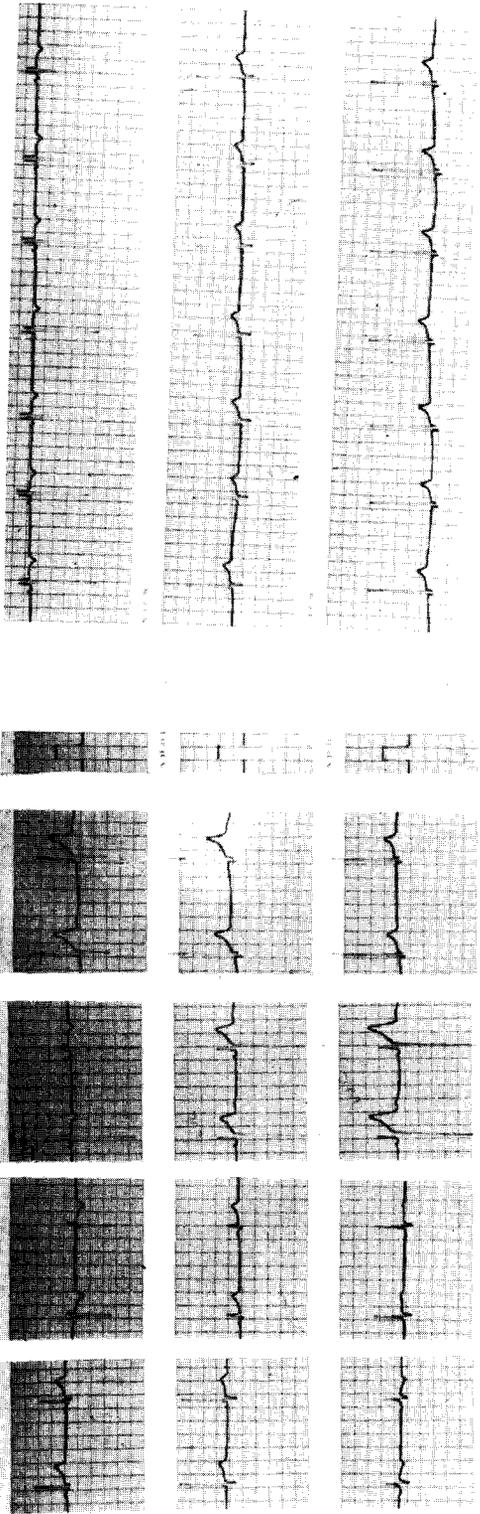
Onde T ampie sono essenzialmente raggruppate fra le specialità di corsa protratta e meno veloce: 5 casi su 7. La spiegazione di tale reperto può facilmente scaturire se solo si considera il tipo di allenamento di questi atleti, le profuse sudorazioni e le iperventilazioni protratte con conseguenti stati disionici.

Nella Tab. VI C sono in evidenza le anomalie ecgrafiche più impegnative, alcune delle quali presentano un sicuro significato clinico.

La prima voce considerata riguarda gli alti voltaggi. E' stato questo un reperto di frequente riscontro (78 casi su 315) e con incidenza maggiore nei maschi (29,48%) che nelle femmine (11,11%). In genere gli alti voltaggi nelle derivazioni precordiali sono considerati come una condizione che precede a scadenza più o meno breve lo instaurarsi di una ipertrofia ventricolare sinistra. Ma se questo concetto può corrispondere alla realtà in una popolazione mista, poco si addice al gruppo di atleti studiati in questa indagine. Infatti essi differiscono dalla media di soggetti anche di pari età per precise caratteristiche somatiche: masse muscolari allungate prevalenti agli arti inferiori rispetto a quelli superiori del tronco, assenza di pannicolo adiposo, pareti toraciche sottili per tutte le specialità di corsa e soprattutto di corsa su distanze medie e lunghe; aumento invece degli stessi parametri nei gruppi dei lanci e delle prove multiple.

Orbene, gli alti voltaggi sono essenzialmente concentrati nei raggruppamenti delle corse e precisamente: nel gruppo della velocità incidono per il 18,92%; nel gruppo della velocità prolungata per il 35,84%; nel gruppo del mezzofondo per il 42,55%; nel gruppo del fondo per il 56%. Invece nel gruppo dei lanci gli alti voltaggi incidono per il 2,92% e nel gruppo delle prove multiple per il 10,52%. Il peso corporeo per sviluppo di masse muscolari ha presentato un andamento esattamente inverso nei singoli gruppi considerati. Da tutto ciò scaturisce che al riscontro di alti voltaggi nelle precordiali, in questo lavoro, non possiamo attribuire alcun significato di condizione preipertrofica del ventricolo sinistro, ma esclusivamente una manifestazione ecgrafica di pareti toraciche sottili, almeno nella stragrande maggioranza dei casi.

Tale osservazione ci è servita anche per l'interpretazione critica delle diagnosi di L.V.H (Left Ventricular Hipertrophy) che veniva posta, in tutti i 20 casi, in base al riscontro di alti voltaggi e di una deflessione intrinsecoide superiore a 50 msec in V_6 con un QRS inferiore a 120 msec. Non solo, ma l'analisi computeriale attribuisce 5 punti agli alti voltaggi ed un punto alla deflessione intrinsecoide maggiore di 50 msec; il totale di 6 punti permette di fornire con certezza la diagnosi di L.V.H. Anche a tale proposito dobbiamo considerare quanto



OSPEDALE CIVILE DI VICENZA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA
 F. I. G. A. L. - UNIVERSITÀ 1975
 PATIENT NUMBER 81898 - CHRISTOPHER
 CHRISTOPHER MURPHY, BIRTH 47
 LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY
 QRS WIDTH 130 MS IN V1, 135 MS IN V2, 130 MS IN V3, 130 MS IN V4, 130 MS IN V5, 130 MS IN V6
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD I
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD II
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD III
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD aVR
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD aVL
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD aVF
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V1
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V2
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V3
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V4
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V5
 QRS WIDTH LESS THAN 130 MS IN LEAD V6

LEAD	QRS	QT	QTc	QTd	QTf	QTg	QTj	QTk	QTL	QTr	QTs	QTt	QTu	QTv	QTw	QTx	QTy	QTz
I	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
II	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
III	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
aVR	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
aVL	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
aVF	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V1	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V2	135	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V3	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V4	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V5	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
V6	130	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350

Fig. 15

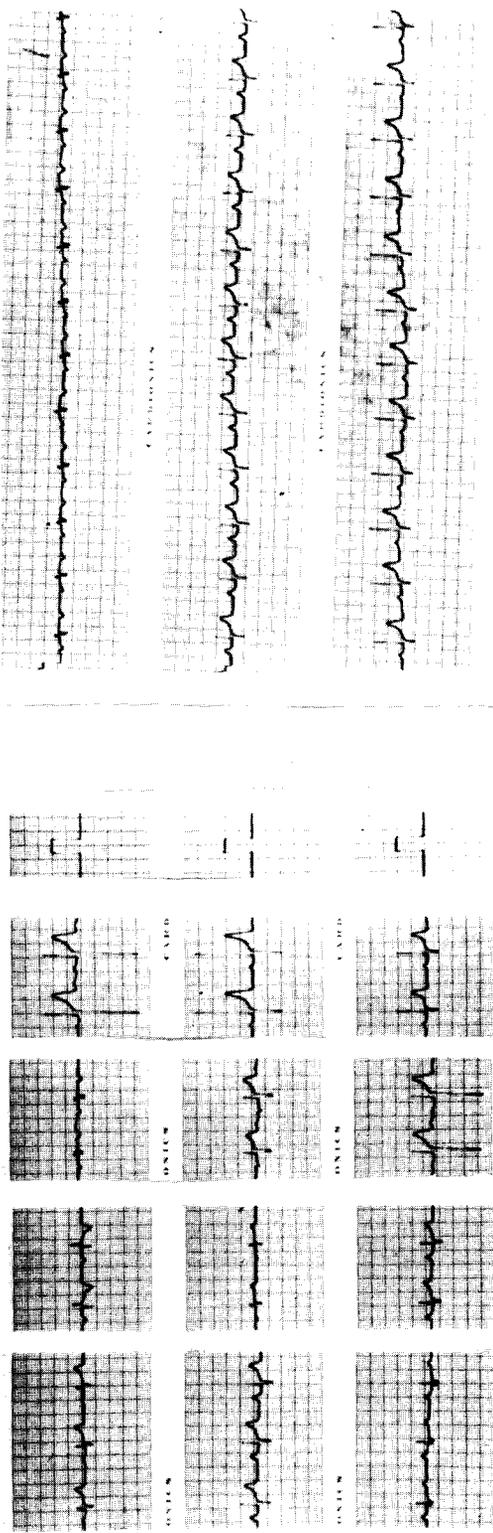
detto prima sul valore ridimensionato degli alti voltaggi in questa ricerca, per le stesse condizioni di struttura fisica dei singoli che ne compongono la casistica.

Ne deriva che, tolto qualche raro caso, le ipertrofie ventricolari sinistre diagnosticate dal calcolatore non sono corrispondenti alla realtà.

Diverso è invece il discorso sulle altre alterazioni della Tab. VI C. Il blocco di branca Dx incompleto è stato riscontrato in 37 casi complessivamente, ma l'incidenza per gruppi di specialità è altamente significativa: 8,10% nel gruppo di velocità, 15,09% nella velocità prolungata; 19,14% nel mezzofondo; 24% nel gruppo del fondo, quindi le percentuali discendono a 6,52% nel gruppo dei salti ed a 3,92% nel gruppo dei lanci per risalire poi al 15,79% nelle prove multiple. Se vogliamo considerare questa alterazione come un segno elettrico di iniziale impegno ventricolare destro, le percentuali non potevano essere meglio distribuite. Infatti presentano un andamento che collima perfettamente con il tipo di allenamento svolto dagli atleti appartenenti ai singoli gruppi. Nella preparazione per il fondo riteniamo che l'impegno cardiaco sia sostenuto in maniera precipua dal ventricolo destro, a differenza di quanto avviene invece nei lanciatori, ad esempio, nei quali l'apparato muscolare cardiaco destro è relativamente poco interessato. Il riscontro di questa nostra supposizione ci viene dalla distribuzione dei 22 casi di ipertrofia ventricolare destra (R.V.H.). Essi infatti risultano pari a 6,35% nel gruppo della velocità; 7,54% nella velocità prolungata; 10,64% nel mezzofondo; 12% nel fondo; 6,52% nei salti; 3,92% nei lanci.

La perfetta sovrapposizione di incidenze fra le due forme, BBD incompleto e ipertrofia ventricolare destra, ci induce ulteriormente a considerare come il vecchio concetto di cuore sportivo legato ad una ipertrofia ventricolare sinistra non sia corrispondente alla realtà. I dati che ci vengono forniti da questa indagine lo smentiscono in maniera inequivocabile. Del resto la struttura anatomica dei ventricoli cardiaci può essere paragonata a quella di due sacchi muscolari formati da fibre proprie avvolti in un terzo sacco formato da fibre comuni che si orientano in senso obliquo in basso e verso sinistra sulla superficie anteriore ed in basso verso destra sulla superficie posteriore. Tale disposizione di fasci muscolari rende possibile la comprensione dei diversi meccanismi di contrazione dei due ventricoli in rapporto alle diverse esigenze funzionali, come è stato possibile controllare con la roentgencinematografia. Nella sistole del ventricolo destro avviene una contrazione dei muscoli spirali che accorcia la parete miocardica lungo il suo asse longitudinale; contemporaneamente la superficie concava del ventricolo ed il setto interventricolare si avvicinano per l'azione dei muscoli costrittori come in un movimento a soffiutto. Il ventricolo sinistro presenta un meccanismo di espulsione che è basato essenzialmente sulla riduzione del diametro della sua cavità per effetto prevalente dei muscoli costrittori con un movimento di rotazione che solleva il mucrone contro la parete toracica.

La struttura anatomica e le modalità di contrazione del ventricolo dx sono perciò orientate prevalentemente alla ricezione e allo smaltimento di grosse quantità di sangue; quelle del ventricolo sinistro



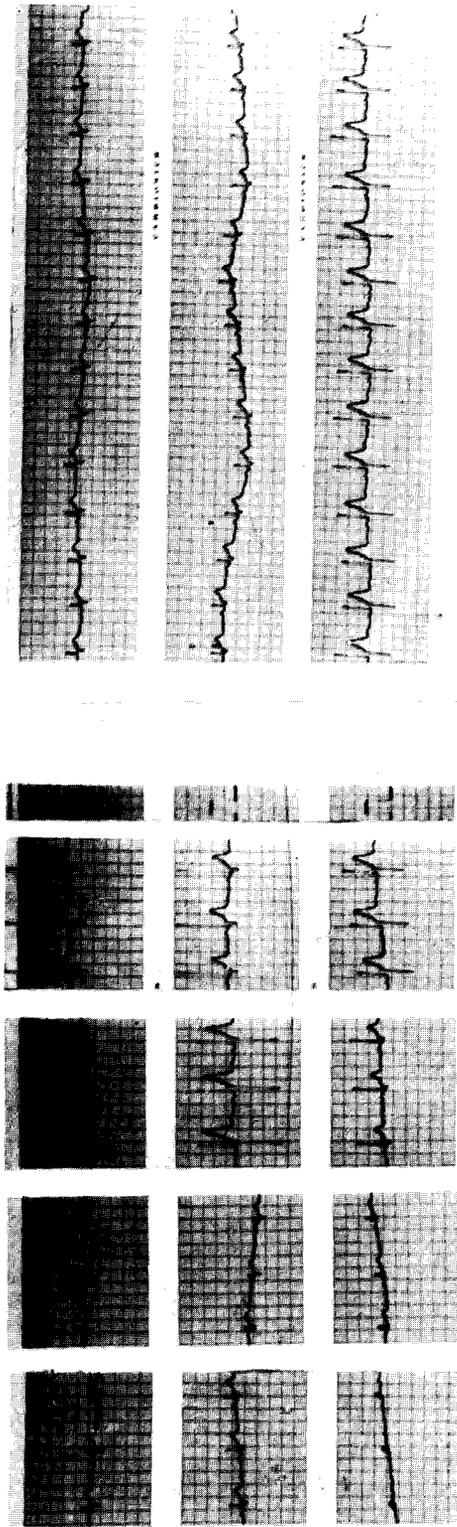
OSPEDALE CIVILE DI VICENZA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA
 PATIENT NUMBER 250202 CONTINUED.
 UNIVERSITA' - UNIVERSITA' 1975
 PAGE 6

NORMAL SINUS RHYTHM, RATE 73
 P WAVE IS DIPHASIC IN V1 OR V2 WITH NEGATIVE END PART WIDER THAN 40
 MS AND DEEPER THAN -1.1 MV IN AMPLITUDE
 INCOMPLETE QRS BETWEEN QD AND QD MS
 S OR S PRIME IN V1 OR V2 AND SRS OR VMS IS WIDER THAN 40 MS
 INTRINSIC Q DEFLECTION OVER 45 MS OR R PRIME IN V1 OR V2

INTERVALS IN MS		FRONTAL PLANE ANGLES IN DEGREES	
P-Q	Q-T	Q-T	Q-T
221	348	154	118
----- AMPLITUDES IN TERMS OF A HELLVOLT -----			
LEAD	R	S	SP
I	0.0	3.7	0.0
II	0.0	3.1	0.0
III	-1.8	4.4	-2.2
aVR	-4.3	3.5	0.0
aVL	0.0	1.8	0.0
aVF	-0.8	5.9	-3.4
V1	0.0	1.8	-2.8
V2	0.0	3.7	-17.2
V3	0.0	10.7	-20.5
V4	-0.5	10.7	-14.3
V5	0.0	10.7	0.0
V6	0.0	10.7	0.0
----- TIME IN HELLICONS -----			
LEAD	R	S	SP
I	0	22	0
II	0	22	0
III	27	25	32
aVR	40	39	0
aVL	0	0	0
aVF	15	30	34
V1	0	27	14
V2	0	29	57
V3	0	31	64
V4	0	31	64
V5	0	34	69
V6	0	34	69

Fig. 16

Fig. 17



OSPEDALE CIVILE CI SIENNA - SERVIZIO DI CARDIOLOGIA

PATIENTE NOME COGNOME

ESAME

ECG A TRE DERIVAZIONI CON REGISTRAZIONE
 SINTOMATICA IN UNO DEI DERIVATI
 (SINTOMATICA) IN UNO DEI DERIVATI
 (SINTOMATICA) IN UNO DEI DERIVATI

LEAD	INTERVALS IN MS			VENTRICAL PLANE ANGLES IN DEGREES			AREA IN MCM
	P	Q	T	QRS	ST	ST-T	
I	100	100	100	100	100	100	100
II	100	100	100	100	100	100	100
III	100	100	100	100	100	100	100
aVR	100	100	100	100	100	100	100
aVL	100	100	100	100	100	100	100
aVF	100	100	100	100	100	100	100
V1	100	100	100	100	100	100	100
V2	100	100	100	100	100	100	100
V3	100	100	100	100	100	100	100
V4	100	100	100	100	100	100	100
V5	100	100	100	100	100	100	100
V6	100	100	100	100	100	100	100
LEAD	TIME IN MILLISECONDS			AREA IN MCM			
I	100	100	100	100	100	100	100
II	100	100	100	100	100	100	100
III	100	100	100	100	100	100	100
aVR	100	100	100	100	100	100	100
aVL	100	100	100	100	100	100	100
aVF	100	100	100	100	100	100	100
V1	100	100	100	100	100	100	100
V2	100	100	100	100	100	100	100
V3	100	100	100	100	100	100	100
V4	100	100	100	100	100	100	100
V5	100	100	100	100	100	100	100
V6	100	100	100	100	100	100	100

rappresentano strutturalmente e funzionalmente una pompa ad elevata pressione

Se si tengono presenti le modificazioni emodinamiche che insorgono con l'attività sportiva e che si mantengono per tutta la durata di essa e più oltre ancora durante il periodo di recupero, apparirà logico come nelle prove di corsa venga sollecitato prevalentemente il ventricolo destro ed in proporzione tanto maggiore quanto più lunga sarà la durata della prestazione e la sua intensità. Infatti questi dati non fanno altro che confermare alcune nostre ipotesi di lavoro che in parte ci hanno spinto a realizzare questa gravosa indagine.

Per quanto riguarda l'ingrandimento atriale, abbiamo raggruppato sotto questa voce sia quello destro che il sinistro ed il biatriale. Dal semplice esame della tabella risulta chiaramente come la maggiore incidenza di questa alterazione sia a carico dei gruppi del mezzofondo e del fondo mentre nessun caso si riscontra nel gruppo dei lanci ed uno solo in quello dei salti. Ci possiamo spiegare anche questa alterazione ecgrafica tenendo presente l'emodinamica durante l'attività atletica continuativa. Infatti gli aumenti della gittata cardiaca, della velocità di circolo e del lavoro cardiaco, che comportano l'ipertrofia ventricolare destra più o meno palese, sono gli stessi fattori che a livello atriale, data la maggior sottigliezza delle pareti, possono provocare una dilatazione fino ad arrivare a segni di vero e proprio danno atriale.

La casistica relativa alle ultime voci della Tab. VI C è estremamente esigua. Come cuore polmonare figurano due casi, dei quali però è stato possibile fornire solo una diagnosi ecgrafica in base all'analisi elaborata dal calcolatore; mancano infatti il conforto clinico e radiologico. Infine vengono due casi di danno ventricolare, entrambi appartenenti al gruppo dei fondisti e cinque casi di ischemia appartenenti al fondo, ai lanci ed alle prove multiple. Si tratta evidentemente di casi limite in cui è particolarmente importante la raccolta di altri elementi clinici che purtroppo non ci è stato possibile eseguire, date le caratteristiche particolari della nostra indagine. Resta comunque il dato inoppugnabile della possibilità di riscontrare delle importanti alterazioni elettriche miocardiche anche in una popolazione estremamente selezionata, quale quella che è stata oggetto del nostro studio. Possiamo aggiungere che tale screening ecgrafico è servito anche ad indirizzare alcuni casi verso più approfonditi esami strumentali.

Prima di concludere, vorremmo sottolineare una ricerca collaterale da noi eseguita su questa popolazione per individuare casi tipici di pseudo-ischemia giovanile. E' stata una ricerca svolta senza l'ausilio del calcolatore poiché non era inserito in esso un programma appositamente elaborato. Ci è stato possibile riscontrare 6 casi (sui 315 registrati) di pseudo-ischemia giovanile, pari all'1,90%; ma il rilievo più singolare ci viene dalla constatazione che, pur trattandosi di una popolazione mista di quattro Continenti, tutti i sei casi appartengono alla razza bianca e nessun caso è stato riscontrato fra gli atleti di razza negra.

Tali risultati contrastano con la letteratura mondiale che attribuisce una netta prevalenza di reperti di pseudo ischemia nella razza negra.

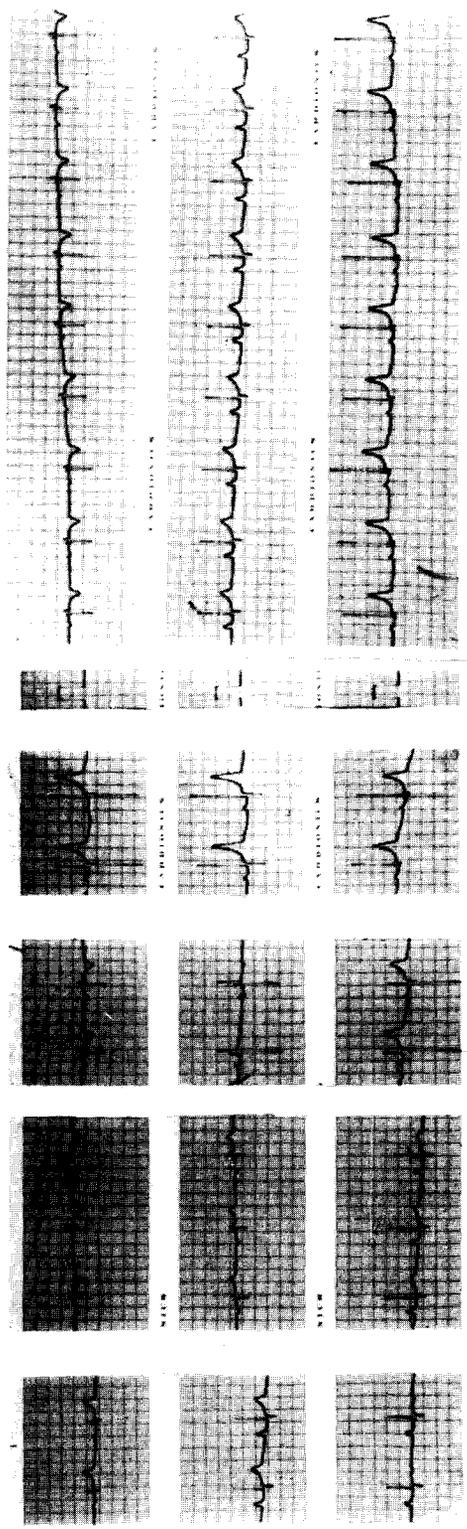
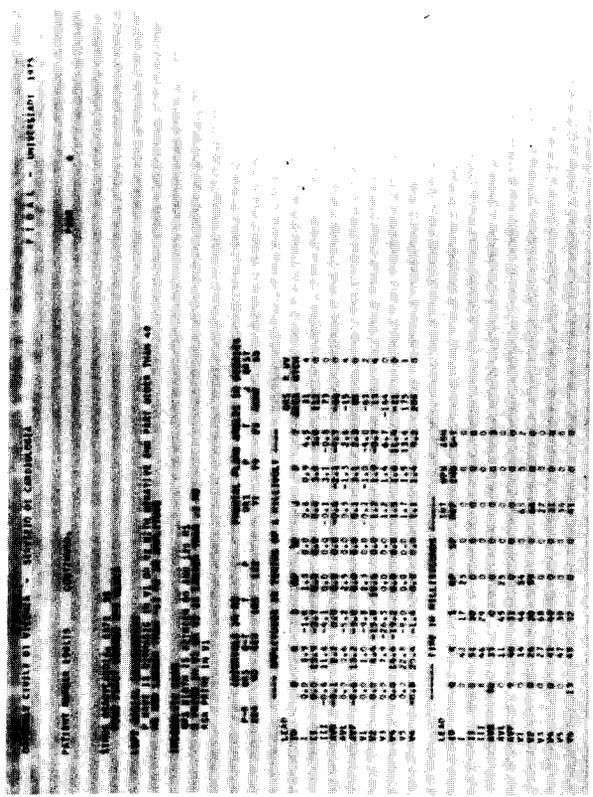


Fig. 18



Né ci è possibile fornire una spiegazione valida di questo nostro risultato, il quale proprio per questo motivo ci è sembrato degno di menzione.

CONCLUSIONI

La presente indagine è stata portata a termine attraverso la valutazione dell'ECG secondo il programma di Bonner e Coll. Lo scopo è stato duplice: sia di un'ulteriore valutazione del programma e del metodo, sia di portare un contributo al discusso problema del cuore sportivo.

Per il primo scopo, possiamo riassumere la nostra esperienza attraverso la lettura della tabella VII, in cui sono raccolti i motivi di contrasto con il programma preso in considerazione.

Appare superfluo esprimere un giudizio estremamente positivo se si considera la percentuale esigua di scarti e il basso numero di errori diagnostici. A questo proposito possiamo ricordare ancora come tale errore sia stato unicamente rappresentato da turbe del ritmo.

In un recente studio di Enderle il programma di Bonner presentava il 9% di errori sull'analisi del ritmo; la nostra esperienza pone tale limite intorno al 4,12%, pur in presenza di numerose aritmie.

Per quanto riguarda il problema di diagnosi incompleta, ricordiamo ancora che si è trattato di 7 casi di Wandering S-A che il calcolatore ha interpretato come « Undetermined Rhythm » in quanto tale aritmia non è stata prevista dal programma stesso.

La diagnosi è risultata discutibile nel 9,20% dei tracciati accettati; si è trattato comunque di casi sulla cui interpretazione gli stessi cardiologi non sono stati sempre in accordo. Dobbiamo a questo punto focalizzare 2 condizioni, una a favore ed una a sfavore di questa analisi computerizzata dell'ECG. La nostra casistica è rappresentata esclusivamente da giovani atleti di 36 Nazioni, selezionati fra i migliori, per dar vita ai Giochi Mondiali Universtari di atletica leggera. Ciò ha rappresentato da una parte un esame meno impegnativo per la validità del programma, in quanto molte alterazioni elettrocardiografiche hanno esulato completamente dalla nostra indagine. D'altra parte però il programma ha dovuto affrontare la lettura di una popolazione particolare per l'omogeneità di costituzione fisica dei singoli gruppi, considerati e suddivisi per specialità atletica. Sicché ecco che il calcolatore ha fornito ad esempio un elevato punteggio agli alti voltaggi precordiali in funzione di una diagnosi di ipertrofia ventricolare sinistra, laddove invece questi erano verosimilmente legati alla costituzione fisica degli atleti stessi e pertanto sarebbe stato più obiettivo attribuire a tale evento elettrocardiografico un punteggio minore.

Ma il programma è stato realizzato per l'indagine di una popolazione media e non di giovani atleti, per cui abbiamo dovuto discutere e rivedere, in 29 casi, le diagnosi del computer non per l'inesattezza in sé ma, per lo più, perché andavano adattate ad una popolazione particolare.

Alla luce dei risultati ottenuti appare particolarmente interessante il profilo che possiamo trarre, sia pure a linee grossolane, del cuore nei giovani che praticano atletica leggera ad alto livello.

Infatti da questa nostra prima indagine non particolarmente numerosa si possono identificare l'atteggiamento del cuore del corridore su percorsi non brevi rispetto a quello del lanciatore e del saltatore. Nel primo caso si rileva una percentuale importante di impegni ventricolari destri che appare assai scarsa invece nel secondo gruppo e la cui giustificazione noi abbiamo creduto di ritrovare esaminando le modificazioni emodinamiche che intervengono durante lo sforzo protratto nel tempo. Ciò contrasta con alcuni concetti che vogliono l'ipertrofia ventricolare sinistra legata a tale attività; concetti che noi poco condividiamo e che la presente ricerca ha chiaramente invalidato.

Inoltre il cuore dello sportivo, d'accordo con i dati della letteratura, ha rivelato un atteggiamento tendenzialmente bradicardico, per una maggiore utilizzazione del lavoro di gittata rispetto a quello dello aumento di frequenza; ciò naturalmente comporta la possibilità di una serie di turbe del ritmo che possono manifestarsi perché facilitate dall'ipertonìa vagale. In particolare è stata sorprendente la frequenza con cui abbiamo riscontrato importanti turbe della conduzione atrio-ventricolare.

Certamente la loro interpretazione patogenetica soltanto sulla base di un elettrocardiogramma risulta estremamente ardua e rischia di esporsi a critiche severe. Però due dei dieci casi di blocco atrio-ventricolare riscontrati sono stati da noi successivamente riesaminati con tecniche più fini e ci è stato possibile interpretarli veramente come turbe della conduzione atrio-ventricolare legate ad ipertonìa vagale. Nulla invece possiamo dire degli altri otto casi se non l'analisi obiettiva e matematica del riscontro elettrocardiografico. Ci sentiamo ancora in estremo disagio di fronte alla interpretazione patogenetica di vere e proprie alterazioni del tracciato elettrocardiografico con diagnosi inequivocabile di danno miocardico e addirittura di ischemia. Tali osservazioni però avvalorano la nostra ipotesi di lavoro: la necessità cioè che tutti gli atleti di tutte le discipline sportive siano costantemente e periodicamente seguiti con accurati controlli clinici e strumentali. Lo sport se praticato col solo scopo di sollecitare la muscolatura impigrìta dalla tecnologia moderna ha un significato; lo sport agonistico con assidui e impegnativi allenamenti e con prestazioni portate al limite delle umane possibilità coinvolge tutte le nostre strutture organiche, alcune delle quali in maniera particolare.

Non a caso abbiamo scelto per questa nostra indagine l'atletica leggera, giacché in essa si assommano al massimo il sacrificio costante e il rigoroso strenuo allenamento. Ne sorge una serie di inquietanti interrogativi quale sarà l'evoluzione delle alterazioni e delle anomalie riscontrate? quale il significato clinico-patologico? fin dove invece il significato di modificazione nel limite del fisiologico? quale infine, e soprattutto, il criterio per stabilire se alcune delle manifestazioni riscontrate comportano l'allontanamento dai campi di gara? Sono interrogativi che poniamo ed ai quali purtroppo non possiamo rispondere al momento attuale; la nostra indagine è nata e si è limitata ad una analisi elettrocardiografica a riposo, né avremmo potuto fare nulla di più. Essa però è valsa a confermarci alcune supposizioni, ad individuare alcuni problemi, a spronarci infine per la loro risoluzione sia a livello

scientifico, sia, ancor prima, a livello organizzativo per salvaguardare la salute dei giovani che si accingono allo sport agonistico. E' necessario che gli organi competenti si rendano conto della necessità di seguire sul piano clinico e con strutture moderne gli impegni sportivi della gioventù.

Nella valutazione complessiva di questa nostra indagine va considerato non solo l'apporto di notizie scientifiche, ma anche la dimostrazione di come tanti dati siano stati desunti dall'attuazione pratica occasionale di una sola indagine strumentale. E non basta, va anche considerato il tipo di indagine eseguita. La valutazione elettrocardiografica di massa oggi ha significato solo se attuata con l'ausilio di un computer per ovvi motivi: facilità e rapidità di esecuzione, ripetibilità, uniformità di interpretazione (una volta scelto il programma di analisi), possibilità di estendere la rete di rilevamento dei dati una volta che si ha il calcolatore centrale, infine la creazione di un gigantesco archivio tramite la memorizzazione degli stessi dati rilevati. Non ultimo poi è da considerare un motivo economico: in un simile impianto che lavori a pieno ritmo un singolo esame ECG potrebbe avere un costo irrisorio, che si aggirerebbe intorno alla 2.000 lire.

E questo per quanto riguarda solamente l'analisi elettrocardiografica; ma chiaramente essa comporta dei limiti di ricerca che andranno superati approntando il conforto del rilevamento di altri parametri clinico, (auto-analyzer, esame Rx ecc.) in base ai quali poter periodicamente valutare sulle reali condizioni dei giovani che si cimentano nelle competizioni sportive.

RIASSUNTO

La realizzazione di questo studio è stata possibile grazie alla collaborazione della sede romana dell'IBM, della Cardionics di Bruxelles, del Centro Cardiologico e del Centro Meccanografico dell'Ospedale di Vicenza con il Centro Studi della FIDAL.

E' stato registrato l'ECG in condizioni di riposo a 320 atleti partecipanti alle Universiadi '75 di Atletica Leggera. Per il rilevamento dei dati gli AA. si sono serviti di un carrello Cardionics a tre canali con contemporanea registrazione su nastro magnetico per l'elaborazione "of line" affidata ad un calcolatore in cui era inserito il programma di analisi elaborato da Bonner e Coll.

Cinque tracciati sono stati rifiutati dal calcolatore per errori tecnici o per grossolani tremori muscolari. I 315 rimasti sono stati raggruppati secondo la specialità degli atleti ed hanno fornito risultati particolarmente interessanti circa le alterazioni indotte sull'apparato cardiovascolare dalla pratica sportiva ad elevati livelli agonistici.

In particolare sono state riscontrate numerose turbe del ritmo come wandering s.a., ritmi giunzionali, accorciamenti del PR. Ma soprattutto ha colpito il riscontro di 8 casi di BAV di 1° grado e 2 casi di BAV di 2° grado sulla cui interpretazione patogenetica gli AA. azzardano alcune ipotesi.

Altri rilievi importanti riguardano l'incidenza di turbe della conduzione intraventricolare destra e di ipertrofia ventricolare destra in quel-

le specialità che comportano un lavoro cardiaco improntato sull'aumento protratto nel tempo della gittata cardiaca. Ciò in contrasto con le comuni teorie che ritengono invece in tali condizioni essere stimolata un'ipertrofia ventricolare sinistra.

Per quanto riguarda il riscontro di alti voltaggi e di ipertrofia ventricolare sinistra, gli Autori propongono una critica suggestiva ai criteri di interpretazione forniti dal calcolatore, tale da invalidare la diagnosi di ipertrofia ventricolare sinistra in questo particolare tipo di popolazione esaminata.

Di scarsa incidenza statistica ma di sicuro interesse clinico appaiono alcuni casi di chiara sofferenza miocardica in giovani atleti. Reperti questi che ovviamente richiedono una più fine indagine strumentale per la loro valutazione reale e obiettiva, ma che tuttavia pongono inquietanti problemi agli organi dirigenziali sportivi ed alle strutture medico-sportive. In contrapposto risalta come l'impiego di una tecnica semplice, di rapidissima esecuzione e di ripetibilità illimitata, di costo estremamente contenuto, sia già stata sufficiente a sollevare sì vasti problemi sin dalla sua prima applicazione.

BIBLIOGRAFIA

- J.J. BAILEY, S.B. ISCOITZ, J.W. HIRSHFELD jr., L.E. GRAUER, M.R. HORTON. A method for evaluating Computer Programs for Electrocardiographic interpretation I) Application to the experimental IBM Program of 1971 - *Circulation* - 50; 73-79; 1974.
- J.J. BAILEY, S.B. ISCOITZ, L.E. GRAUER, J.W. HIRSHFELD, M.R. HORTON. A method for evaluating Computer Program for Electrocardiographic interpretation II) Application to version D of the PHS Program and the Mayo Clinic Program of 1968 - *Circulation* - 50; 80-87; 1974.
- J.J. BAILEY, M.R. HORTON, S.B. ISCOITZ. A method for evaluating Computer Programs for Electrocardiographic interpretation III) Reproducibility testing and the sources of Program Errors - *Circulation* - 50; 88-93; 1974.
- R.E. BONNER, L. CREVASSE, M.I. FERRER, J.C. Jr. GREENFIELD. A new computer program for analysis of scalar electrocardiograms - *Comput. Biomed. Res.* 5, 629, 1972.
- C.A. CACERES. A new user-oriented electrocardiographic program - *Giorn. It. Card.* - Vol. V - 272, 1975.
- J. CORNFIELD, H.V. PIPBERGER, R.A. DUNN. The Program of the Cooperative Study of the Veterans Administration - *Giorn. It. Card.* - Vol. V - 256, 1975.
- A.G. DE CARVALHO. Electrocardiographic Screening by Special Purpose Computer - *J. Electrocardiol* - 8; 163-166; 1975.
- J. ENDERLE. Simposio sull'analisi automatica dell'ECG - *Giorn. It. Card.* - Vol. V - 252, 1975.
- G.A. FERUGLIO, E. FERACO, G. MALSANO. Il programma Caceres-USPHS - *Giorn. It. Card.* - Vol. V - 262, 1975.
- C.K. FRIEDBERG. *Diseases of the heart* - Copyright 1967 by W.B. Saunders Company - Philadelphia, London.
- G. GAMBELLI. Modificazioni della contrattilità miocardica e dell'apparato vascolare periferico nel lavoro muscolare. Atti II Corso Nazionale FIDAL - Gubbio 30 ott.-2 nov. 1974.
- J.W. HURST, R.B. LOGUE. *The heart arteries and veins* - Copyright 1970 by the Graw-Hill Book Company, N.York.
- J. MEYER, K.W. HEINRICH, W. MERX, S. EFFERT. Experiences with different computer programs for the ECG analysis - *Giorn. It. Card.* - Vol. V - 279, 1975.