



CARATTERISTICHE DEL CUORE DEGLI ATLETI DI ALTO LIVELLO PRATICANTI ATLETICA LEGGERA. ALCUNE OSSERVAZIONI RELATIVE AL RIEMPIMENTO DIASTOLICO

Elisabetta Amici, *Centro Studi & Ricerche Fidal, Roma*

Giancarlo Gambelli, Elena Perrotta, Cesare Greco, *Divisione Cardiologia A - Ospedale S. Camillo, Roma*

Paolo Pino, *Divisione Cardiologia B - Ospedale S. Camillo, Roma*

Lo studio dei parametri morfologici e funzionali del cuore dell'atleta si è sviluppato in maniera determinante con l'introduzione, che ormai risale a molti anni, dell'indagine ecocardiografica, mono e bidimensionale. Si è poi aggiunta la più moderna metodica Doppler, dalla cui applicazione ancora si attendono importanti informazioni e risposte ai molti quesiti relativi, per esempio, alla conoscenza della dinamica intracavitaria dei flussi (1,2).

Per questo motivo, abbiamo colto l'occasione eccezionale fornitaci dai Campionati Mondiali di Atletica Leggera svoltisi a Roma nel 1987 per un'indagine ecocardiografica approfondita su alcuni parametri morfologici e funzionali del muscolo cardiaco di alcuni atleti di alto e altissimo livello, anche servendoci della metodica del Doppler codificato a colori. Già nel 1981 eseguimmo uno studio analogo, senza indagine Doppler, sugli atleti partecipanti alla Coppa del Mondo (3, 4, 5). Come già espresso in quella circostanza, riteniamo utile ripetere il concetto che l'atletica leggera è uno sport che, con le sue molteplici discipline, consente una visione molto ampia dei possibili adattamenti cardiaci ai differenti tipi di esercizio fisico.

Inoltre, l'evento sportivo di importanza mondiale ci ha consentito anche due vantaggi assolutamente inconsueti in ogni altro tipo di studio di cardiologia sportiva: a) la possibilità di studiare atleti di ogni parte del mondo capaci di prestazioni eccezionali; b) la possibilità di studiarli all'apice della loro preparazione atletica, quando cioè è logico attendersi che gli adattamenti cardiaci siano stati sviluppati al massimo.

Un ringraziamento particolare dobbiamo rivolgere alla Federazione Italiana di Atletica Leggera ed al suo Centro Studi & Ricerche che hanno favorito questa indagine ed alle Società Ansaldo Ote Biomedica e Hewlett-Packard che ci hanno fornito i mezzi tecnici per realizzarla. Un ringraziamento anche va rivolto ai numerosi giovani medici del Servizio Sanitario dei Campionati che hanno collaborato alla riuscita dell'indagine.

Materiali e metodi

Sono stati esaminati in totale 119 atleti partecipanti ai Campionati Mondiali, rappresentanti diverse squadre delle più svariate nazionalità, ma soltanto in 111 il tracciato ha consentito calcoli completi. Il

gruppo era costituito da 89 maschi e 22 femmine, di età media 24.2 ± 4.2 anni.

Sulla base della specialità atletica in cui eccellevano, essi sono stati suddivisi nei seguenti sottogruppi:

a) velocisti: 43 atleti dediti alle specialità di corsa ad ostacoli e di corsa piana fino ai 400 m inclusi;

b) fondisti: 35 atleti dediti alle specialità di resistenza, fra cui figurano anche 7 atleti di mezzofondo (800 m e 1500 m);

c) saltatori: 19 atleti che praticavano le quattro specialità di salto, prevalentemente lunghisti e triplisti;

d) lanciatori: 14 atleti di cui 9 erano lanciatori di giavellotto, 3 di disco, 2 di peso; nessun lanciatore di martello.

Una simile suddivisione è sicuramente poco valida sotto un profilo tecnico per motivi che esulano da questo studio; diventa valida se lo scopo della ricerca è di conoscere gli adattamenti cardiaci ai diversi tipi di lavoro muscolare.

Ad ogni atleta è stato praticato un esame ecocardiografico a riposo con tecnica monodimensionale, bidimensionale e Doppler ad onda pulsata; inoltre, un gruppo di 42 atleti è stato sottoposto anche ad esame ecocardiografico Doppler codificato a colori. Tutti gli esami sono stati registrati su videotape per poter poi ricontrollare i calcoli senza la preoccupazione di creare fastidiose liste di attesa fra personaggi certamente non motivati, in quel momento particolare, a sottoporsi a valutazioni funzionali.

Sul tracciato monodimensionale sono stati calcolati i seguenti parametri: 1) dimensioni ventricolari sinistre in tele-diastole e telesistole (DIVSd, DIVSs) misurando la distanza tra endocardio settale sinistro ed endocardio posteriore in corrispondenza rispettivamente della R dell'Ecg di riferimento e del massimo spostamento sistolico in avanti dell'endocardio posteriore; 2) gli spessori parietali ventricolari (SIV e PVP) in corrispondenza della R dell'Ecg; 3) il tempo di rilasciamento ventricolare sinistro protodiastolico considerando sulla parete posteriore il tempo impiegato dalla struttura a riacquistare il suo spessore diastolico

dopo il suo massimo ispessimento sistolico; 4) il calibro della radice aortica (AO), misurando la distanza fra il segnale interno della parete anteriore e il segnale esterno della parete posteriore del vaso, in corrispondenza della R dell'Ecg; 5) la dimensione atriale sinistra (AS) misurando la distanza fra il segnale interno della parete posteriore aortica e quello della parete atriale sottostante, subito dopo la chiusura delle cuspidi aortiche.

Sul tracciato bidimensionale sono stati calcolati i seguenti parametri: 1) il diametro aortico misurando su una sezione longitudinale parasternale la distanza fra le strutture interne anteriore e posteriore del vaso, all'altezza del margine libero delle semilunari aperte in sistole e accolte alle pareti; 2) l'area mitralica, misurata direttamente dall'apposita strumentazione seguendo il margine interno del segnale mitralico registrato in sezione trasversale all'altezza del margine libero dei due lembi. Tutti questi parametri morfologici sono stati riportati nelle tabelle 1 e 2, indicizzati per m^2 di superficie corporea.

La registrazione dei segnali Doppler ad onda pulsata è avvenuta ponendo il volume campione in corrispondenza dei tratti di afflusso ed efflusso ventricolari destri e sinistri e nel primo tratto dell'aorta ascendente e del tronco dell'arteria polmonare, cercando sempre il migliore allineamento tra le direzioni del fascio ultrasonoro e delle correnti ematiche. In quasi la metà dei casi il posizionamento del volume campione è avvenuto utilizzando i segnali del color Doppler. Sul tracciato velocimetrico è stata calcolata sempre la velocità massima, mentre sul flusso mitralico ed aortico sono state calcolate anche la velocità media e l'integrale della curva per ottenere i parametri di portata.

Negli atleti esaminati con la metodica del color Doppler sono state studiate le fasi del riempimento ventricolare, fotogramma per fotogramma, calcolando la temporizzazione sull'Ecg degli eventi diastolici codificati a colori, utilizzando le proiezioni apicali longitudinali 4 camere e 2 camere. In questi tracciati il segnale

intracavitario rosso rappresenta un flusso in avvicinamento al trasduttore, il segnale blu un flusso in allontanamento.

Risultati

Dall'analisi della casistica il primo dato emergente riguarda la ricca presenza di velocisti e corridori di resistenza, mentre saltatori e lanciatori hanno partecipato all'indagine in un numero molto più esiguo. I parametri ecocardiografici monodimensionali (Tabella 1) relativi a dimensioni cavitare e spessori parietali ventricolari, non si discostano da quelli di studi precedenti (3, 4, 5). In sostanza, si ripete l'osservazione che i diametri ventricolari maggiori sono fra gli atleti di resistenza. Un altro elemento emerge anche se non raggiunge la significatività statistica: il diametro della radice aortica nei fondisti è più grande che nelle altre specialità. Nella Tabella 2 sono riportati i due parametri bidimensionali considerati, area mitralica e diametro interno dell'aorta subito sopra le semilunari aperte. I risultati ottenuti depongono per un'area mitralica più ampia e per un diametro aortico interno maggiore nel gruppo dei fondisti, dato che raggiunge la significatività statistica nei confronti del gruppo dei lanciatori ($p \leq 0.05$). Comunque, tutti gli atleti mostrano un valore di questi parametri superiore ai limiti considerati normali.

Nella Tabella 3 sono riportate le medie dei tempi di rilasciamento ventricolare protodiastolico. Esistono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$) fra il gruppo dei velocisti e tutti gli altri gruppi

considerati, nel senso che gli atleti che raggiungono le frequenze cardiache più elevate in allenamento, sono quelli che mostrano una velocità di rilasciamento miocardico maggiore.

L'analisi delle curve velocitometriche con Doppler pulsato nelle camere ventricolari, nell'aorta e nell'arteria polmonare (Tabella 4), condotta in condizioni di riposo, non ha mostrato sostanziali variazioni rispetto ai parametri normali codificati. Tuttavia nel gruppo dei velocisti si trovano, nelle cavità di destra, velocità di flusso più alte rispetto ai lanciatori ($p \leq 0.05$).

L'analisi morfologica della curva velocitometrica del flusso trans-mitralico ha quasi costantemente mostrato una caratteristica ampia onda E, seguita da un ritorno persistente sulla linea zero per tutta la mesodiastole e da un incostante accenno di minime dimensioni alla onda A (Fig. 1).

Questo fenomeno ci ha indotto ad un paziente esame, fotogramma per fotogramma, caso per caso, del riempimento ventricolare sinistro nelle registrazioni effettuate con Color Doppler. Mentre nel soggetto normale non allenato (Fig. 2) si ottenevano costantemente tre segnali colorati in rosso a dimostrazione di un ampio flusso in protodiastole, ridotto in mesodiastole e nuovamente accelerato in telediastole, negli atleti era abituale la completa scomparsa del bolo mesodiastolico. Il riempimento ventricolare era garantito nella sua totalità dall'ampio bolo protodiastolico, mentre il contributo della contrazione atriale si manifestava in maniera molto contenuta (Fig. 3).

Tabella 1 - Parametri ecocardiografici monodimensionali indicizzati per m^2 di superficie corporea (mm/m^2)

	N.	m^2	AO	AS	DIVSd	DIVSs	SIV	PVP
Lanciatori	14	2.04 ± 0.41	16.49 ± 2.6	17.24 ± 4.6	26.84 ± 3.6	17.11 ± 4.0	5.94 ± 1.8	5.85 ± 0.9
Saltatori	19	1.92 ± 0.18	16.36 ± 2.1	17.91 ± 2.4	27.81 ± 3.9	19.83 ± 3.5	5.96 ± 0.7	5.68 ± 1.1
Velocisti	43	1.85 ± 0.43	16.73 ± 3.2	19.18 ± 2.7	28.87 ± 4.2	20.95 ± 2.2	6.44 ± 1.3	6.35 ± 1.6
Fondisti	35	1.72 ± 0.32	17.85 ± 2.3	21.14 ± 2.8	32.63 ± 4.9	22.43 ± 3.6	6.13 ± 0.6	6.07 ± 0.9

Discussione

I parametri monodimensionali raccolti nella Tabella 1 confermano i risultati di altri precedenti lavori. A tal proposito, si riportano i nostri dati del 1981 relativi allo studio condotto in occasione della Coppa del Mondo (3, 4, 5) in cui figurano anche i valori di un gruppo di controllo di giovani sani sedentari (Tabella 5). Nel complesso, si ottengono valori indicativi delle maggiori dimensioni cavitari cardiache e degli aumentati spessori parietali in modo da raggiungere una condizione di ipertrofia ventricolare adeguata. In questo studio gli spessori parietali dei lanciatori appaiono inferiori a quelli calcolati nel 1981. Vi è però da precisare che, indipendentemente dal numero esiguo di soggetti, si tratta, per 2/3 di essi, di giavellottisti, cioè coloro che fra i lanciatori svolgono la minor quantità di allenamento di forza.

Ci sembra, invece, di dover sottolineare l'andamento del dato morfologico della dimensione aortica con il tipo di attività svolta, per due motivi. Primo, perché il parametro è stato valutato sia in mono

che in bidimensionale e quindi risulta confermato da due metodiche ecocardiografiche (Tabelle 1, 2). Secondo, perché viene a dimostrare che la dimensione aortica in un giovane atleta è una funzione correlata più alla quantità di flusso che attraversa il vaso, che non al regime pressorio durante esercizio. Infatti, il diametro aortico appare più elevato nei corridori di resistenza che non negli atleti di forza, sia pure limitati a lanciatori di giavellotto.

Dalla Tabella 2 ci viene un'ulteriore informazione che in parte ha destato la nostra sorpresa: la grande maggioranza degli atleti ha un'area mitralica abbondantemente superiore ai 5 cm². Soprattutto fra gli atleti di resistenza questo rilievo appare frequente, al punto da considerarlo una sorta di adattamento morfologico al gran volume di sangue che il cuore deve pompare per tutta la durata dei lunghi allenamenti, analogamente alle maggiori dimensioni del ventricolo sinistro e del diametro aortico.

Lo studio del rilasciamento rapido ventricolare, condensato nella Tabella 3, ci propone invece un altro meccanismo di

Tabella 2 - Parametri ecocardiografici bidimensionali indicizzati per m² di superficie corporea

		Aorta sopra semilunari aperte (mm/m ²)	Area mitralica (cm ² /m ²)
Lanciatori	14	15.92 ± 1.4	3.07 ± 0.3
Saltatori	19	15.67 ± 1.1	3.22 ± 0.5
Velocisti	43	16.08 ± 2.4 *	3.20 ± 0.5 *
Fondisti	35	17.43 ± 2.5	3.46 ± 0.6

(* P ≤ 0.05)

Tabella 3 - Media dei tempi di rilasciamento protodiastolico (in secondi), del primo terzo della pausa diastolica e della frequenza cardiaca

	T. Rilasciamento	1/3 Diastole	FC
Lanciatori	0.13 ± 0.6	0.30 ± 0.09	68.2 ± 8.3
Saltatori	0.13 ± 0.03 *	0.34 ± 0.11	61.6 ± 10.1
Velocisti	0.11 ± 0.01 *	0.32 ± 0.08	64.3 ± 7.6
Fondisti	0.14 ± 0.03	0.39 ± 0.14	52.4 ± 12.8

258 (* P ≤ 0.05)

Tabella 4 - Valori medi delle velocità di flusso intracardiache per gruppi di specialità (cm/sec)

	Mitrale	TDVS	Aorta	Tricuspid	TDVD	Polmonare
Lanciatori	76,7 ± 8,2	80,8 ± 10,1	102,8 ± 9,8	53,3 ± 10,2	60,8 ± 14,4	75,3 ± 15,1
Saltatori	79,8 ± 16,4	81,4 ± 11,5	104,3 ± 24,6	62,8 ± 14,9 *	66,5 ± 13,1 *	84,1 ± 11,4 *
Velocisti	79,3 ± 16,0	86,2 ± 16,7	105,2 ± 20,9	64,1 ± 9,7	73,1 ± 15,3	85,6 ± 12,1 *
Fondisti	79,1 ± 13,1	82,6 ± 12,3	104,9 ± 16,3	61,9 ± 12,5	74,4 ± 13,6	82,6 ± 9,1
Sedentari (Halle)	90 (60-130)	90 (60-110)	135 (100-170)	50 (30-70)	—	75 (60-90)

(* P ≤ 0,05)

Tabella 5 - Valori medi e deviazioni standard dei principali parametri considerati nel gruppo degli atleti ed in quello dei soggetti sedentari di controllo

Categoria	N.	FC (batt/min)	DIVSd/m ² (mm)	DIVSs/m ² (mm)	SIV/m ² (mm)	PVP/m ² (mm)	V _{CF} (cm/sec)	FE
Sedentari (controllo)	50	78,2 ± 15,4	26,8 ± 3,55	17,16 ± 3,82	5,64 ± 0,90	5,54 ± 1,10	1,09 ± 0,30	0,59 ± 0,07
Velocisti	113	61,6 ± 7,8	29,67 ± 3,61	21,71 ± 3,30	6,12 ± 0,87	6,01 ± 1,21	0,94 ± 0,47	0,58 ± 0,08
Fondisti	115	54,3 ± 6,1	33,7 ± 3,12	23,44 ± 3,62	6,54 ± 0,96	6,48 ± 1,13	0,82 ± 0,18	0,56 ± 0,10
Lanciatori	56	74,6 ± 11,1	25,68 ± 4,14	17,78 ± 3,03	6,81 ± 1,30	6,53 ± 1,03	0,98 ± 0,37	0,58 ± 0,13

DIVSd = diametro interno del ventricolo sinistro, diastole; DIVSs = diametro interno del ventricolo sinistro, sistole; SIV = setto interventricolare; PVP = parete posteriore; V_{CF} = velocità di accorciamento circonferenziale; FE = frazione di eiezione.
 (Da Gambelli G., Boccanelli A.: «L'ecocardiogramma negli atleti». Da «Ecocardiografia mono e bidimensionale» di Boccanelli A. Gambelli G. Il Pensiero Scientifico Ed., 1984).

adattamento del cuore all'esercizio fisico. Infatti, il gruppo dei velocisti presenta una velocità di rilasciamento che appare decisamente maggiore a quella degli altri gruppi di atleti, arrivando ad una significatività statistica. Il dato trova la sua spiegazione nel fatto che questi soggetti raggiungono in allenamento ripetute volte le più elevate frequenze in assoluto, dell'ordine di oltre 200 battiti/minuto. Ciò può avvenire soltanto alla condizione che il muscolo cardiaco sia abituato ad una detensione estremamente rapida

che consenta il riempimento ventricolare nel brevissimo intervallo di tempo riservato alla pausa diastolica dalla altissima frequenza cardiaca. Questa interpretazione dei dati della Tabella 3 è ancor più verosimile se si considera che la velocità di rilasciamento protodiastolico è apparsa svincolata, nei singoli soggetti, dalla frequenza cardiaca di base. Piuttosto essa ci sollecita un ulteriore interessante problema dal momento che non sembra influenzata in alcun modo, neppure dallo spessore parietale. Se ne deduce che l'i-

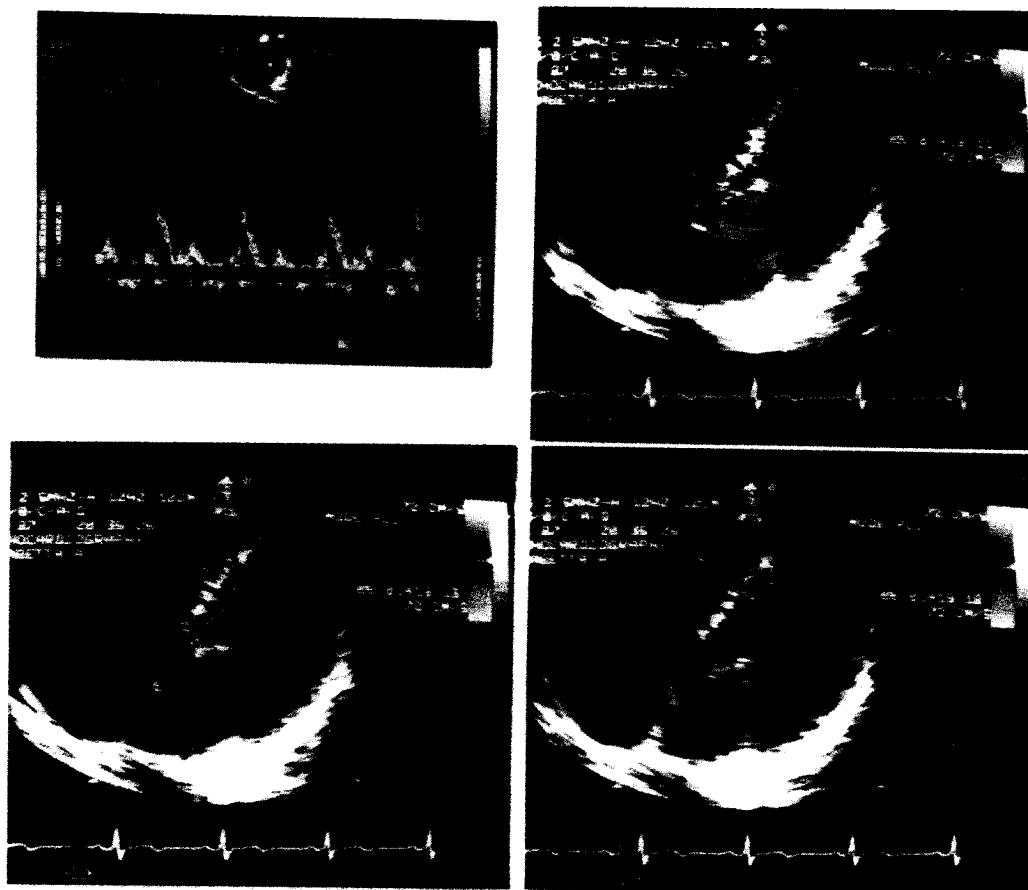


Fig. 2 - Eco Doppler di un soggetto normale non allenato. In alto, a sinistra: l'eco Doppler mitralico pulsato presenta in protodiastole un'ampia onda E seguita da una fase di decremento della velocità di flusso mesodiastolica che non raggiunge la linea zero e quindi dall'onda atriale A telediastolica. Il fotogramma in alto a destra ed i due in basso riproducono gli eventi registrati in color Doppler su una proiezione apicale 4 camere rispettivamente in proto, meso e telediastole. Si rilevano, in successione, il voluminoso bolo rosso di riempimento rapido, seguito da un flusso mesodiastolico ridotto e infine il consistente contributo atriale. Si noti, in questa figura come nelle altre in color Doppler, la non perfetta corrispondenza fra evento emodinamico e segnale elettrico per la non elevata risoluzione temporale della metodica in codice colorato

ipertrofia ventricolare dell'atleta deve basarsi su una struttura biochimica per certi aspetti diversa dall'ipertrofia che accompagna molte cardiopatie, in cui l'alterato rilasciamento ventricolare rappresenta la prima manifestazione funzionale. In attesa di successivi sviluppi del problema e sulla scorta delle ricerche di Sen (6), si può ipotizzare che l'ipertrofia ventricolare dell'atleta si accompagni ad una maggiore produzione di miosina veloce V1 rispetto alla miosina lenta V3, come invece avviene in patologia cardiovascolare.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori medi delle velocità di flusso registrate in aorta, polmonare, efflusso ed afflusso ventricolari destri e sinistri, nei vari gruppi di atleti. Rispetto ai valori medi normali proposti da Hatle nel suo testo, si può notare che quelli degli atleti si collocano fra i limiti bassi della normalità. Nell'am-

bito dei vari gruppi di atleti si apprezzano differenze velocitometriche nelle cavità destre soltanto fra lanciatori e velocisti, la cui interpretazione ci sfugge completamente. Il fatto che le velocità di flusso medie siano intorno ai valori bassi della normalità, conferma un elemento già noto sulla fisiologia del cuore allenato, che in condizioni di riposo fornisce prestazioni di tutto risparmio.

La morfologia del tracciato velocimetrico del riempimento ventricolare sinistro a riposo dimostra che è caratteristico del cuore allenato utilizzare quasi esclusivamente la protodiastole (Fig. 1) e la metodica del Color Doppler si è rivelata particolarmente utile, oltre che suggestiva, nel confermare le interpretazioni dei dati esposti in precedenza. Infatti, il grosso bolo protodiastolico colorato in rosso rappresenta l'elemento sostanziale dell'intera pausa diastolica (Fig. 3) a

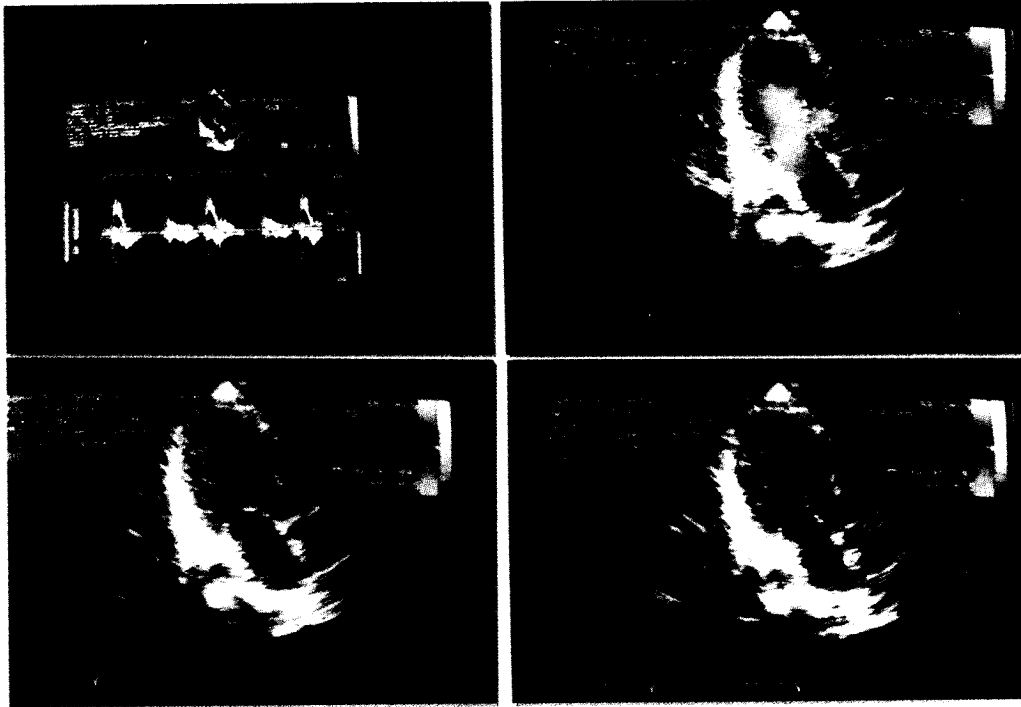


Fig. 3 - Eco Doppler di un atleta mezzofondista. In alto a sinistra: l'eco Doppler mitralico pulsato presenta un'onda E molto grande seguita da una rapida caduta sulla linea zero e ricomparsa di un debole segnale in telediastole. La sequenza in color Doppler (come nella Figura precedente), su una proiezione apicale 2 camere, mostra il massivo riempimento protodiastolico del ventricolo sinistro, l'assenza di un flusso codificabile in mesodiastole pur essendo la valvola mitrale chiaramente aperta, il debole contributo atriale

differenza di quanto avviene nel soggetto normale non allenato (Fig. 2).

Conclusioni

In sostanza, da questo studio indirizzato ad una maggiore conoscenza dei meccanismi diastolici di adattamento del cuore allenato, possiamo trarre alcuni punti fermi ed alcuni stimoli ad approfondire ulteriormente i problemi non risolti.

Nel soggetto molto allenato e di alto livello esistono adattamenti morfologici e funzionali che non si limitano alle note modificazioni delle dimensioni cavitari ventricolari ed agli spessori parietali, con caratteristiche peculiari secondo il tipo di esercizio muscolare prevalente durante gli allenamenti. Il diametro aortico e l'area mitralica appaiono anch'essi aumentati, soprattutto negli atleti di resistenza, per consentire un facile mantenimento di alti flussi per lunghi periodi. Dalla nostra casistica nulla si può dire a proposito del diametro aortico in atleti dediti prevalentemente ad esercizi di forza, durante i quali vengono raggiunti i più elevati valori di pressione sistemica, sia sistolica sia diastolica.

In tutti i soggetti altamente allenati il riempimento ventricolare rimane limitato quasi esclusivamente alla protodiastole,

mentre il periodo mesodiastolico appare ininfluente ed il contributo atriale per lo più trascurabile. Anche questo tipo di adattamento si dimostra più sviluppato negli atleti di resistenza, in parte anche magnificato dalla importante bradicardia di base.

Gli sprinters, invece, presentano una maggiore velocità di rilasciamento ventricolare protodiastolico rispetto a tutti gli altri gruppi di atleti. La spiegazione va ricercata nelle altissime frequenze cardiache raggiunte molte volte in ogni seduta di allenamento, per cui il muscolo cardiaco, anche se moderatamente ipertrofico, riesce a difendersi con estrema rapidità per consentire un riempimento ventricolare efficiente con una pausa diastolica estremamente breve. Questa osservazione solleva le interessanti problematiche della composizione biochimica del miocardio ipertrofico, della sua modificata capacità a contrarsi e rilassarsi, della natura della ipertrofia cosiddetta fisiologica da esercizio fisico. Certo è che l'osservazione di una conservata velocità di rilasciamento del cuore allenato e ipertrofico, che abbiamo visto più sviluppata negli sprinters, rappresenta una informazione ulteriore per considerare l'ipertrofia del cuore dell'atleta di natura molto diversa da quella che si accompagna alle varie cardiopatie.

Indirizzo degli Autori

Dr. Giancarlo Gambelli
Via Cardinal Ginnasi, 8
00122 Lido di Ostia
Roma

Bibliografia

- 1) DOUGLAS PS, O'TOOLE ML, HILLER DB, HACKNEY K, REICHEK N.: *Cardiac fatigue after prolonged exercise*, Circulation 76: 1206, 1987.
- 2) FINKELHOR RS, HANAK LJ, BAHLER RC.: *Left ventricular filling in endurance trained subjects*, J. Am Coll Cardiol 8: 289, 1986.
- 3) GAMBELLI G, BOCCANELLI A, DAL MONTE A, FAVA A, ROGACIEN A, CANDELORE N.: *L'ecocardiogramma negli atleti*. *Atleticastudi* 2, 225, 1983.
- 4) GAMBELLI G, BOCCANELLI A. *L'ecocardiogramma negli atleti*. In: BOCCANELLI A, GAMBELLI G, eds. *Ecocardiografia mono e bidimensionale*. Roma: Il pensiero scientifico editore 1984.
- 5) GAMBELLI G, AMICI E, PINO P, PERROTTA E, GRECO C.: *Il Riempimento diastolico del cuore allenato*. *Cardiologia per immagini* Vol. 1 n. 1 (Aprile) 85, 1988.
- 6) SEN S.: *Factors regulating myocardial hypertrophy in hypertension*. Circulation 75 (suppl. I): 81, 1987.