

# modificazioni riscontrate sugli intervalli del ventricolo sinistro in conseguenza dell'allenamento d'endurance

di JACK F. WILEY a cura di UGO CAUZ

(Physical Fitness Research Laboratory, University of Illinois,ampaign, USA)

Diversi ricercatori (vedasi 2, 4, 12, 14, 15, 17, 23, 25, 27) hanno adoperato il metodo descritto da Blumberger e Meiners per determinare indirettamente l'inizio ed il termine dei vari eventi elettrici e meccanici del ventricolo sinistro, attraverso simultanee registrazioni dell'elettrocardiogramma, del tono cardiogramma e dell'onda di pulsazione carotidea. Per mezzo di questi metodi di rilevamento il ciclo cardiaco può essere diviso in diversi intervalli, come mostrato nella fig. 1 (adattati da Wiley, 26).

La diastole (cioè il tempo che va dalla fine dell'espulsione all'inizio della stimolazione), il periodo refrattario (EML = electromechanical lag, tempo intercorrente dalla stimolazione all'inizio della contrazione vera e propria), il periodo di contrazione isovolumetrica (ICP = isovolumetric contraction period, tempo che va dall'inizio della contrazione all'inizio dell'espulsione) e il periodo di espulsione o fase di contrazione isotonica (EP = ejection period, tempo che va dall'inizio alla fine dell'espulsione) (1) posseggono gli uni con gli altri correlazioni relativamente basse a riposo supino (12), a riposo seduto, durante lo sforzo e in fase di recupero (25), chiarendo come questi quattro intervalli sono per lo più indipendenti e non interferiscono l'un l'altro, potendo quindi essere misurati ed interpretati separatamente. Raab (20) e Raab e coll. (21) sostengono l'utilità della misura del periodo di tensione (TP = tension period, combinazione tra EML e ICP) co-

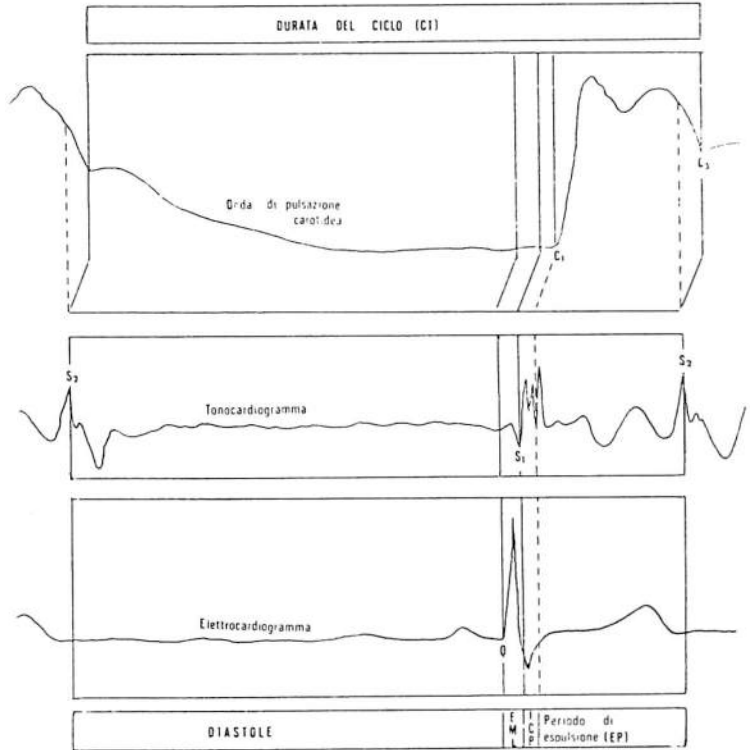


Fig. 1: Metodo di determinazione degli intervalli ventricolari con registrazione simultanea

me indice del « tono cardiaco simpatico ».

Gli intervalli del ventricolo sinistro (registrati dopo sforzo e/o a riposo) hanno sempre ben evidenziato gli effetti dovuti ad allenamenti svolti secondo programmi diversi (2, 4, 5, 7, 9, 11, 18, 19). I recenti progressi tecnologici han-

no reso attuabile la registrazione di tali parametri anche sotto sforzo al cicloergometro (22,25,27). La precedente bibliografia sportiva non presentava alcun esperimento condotto « sotto sforzo », al fine di valutare gli effetti longitudinali dell'allenamento.

Questa trattazione espone gli effetti di 10 settimane d'allenamento d'endurance sui sopraindicati intervalli in uomini di mezza età (includendo pure le registrazioni durante una pedalata d'intensità sottomassimale al cicloergometro).

## Metodo

I soggetti prescelti per l'esperimento furono 42, di sesso maschile, sedentari e volontari, con una età compresa tra i 24 e i 62 anni.

(1) N.d.T. Per meglio inquadrare nel complesso della rivoluzione cardiaca il reale posto occupato da questi intervalli ventricolari, diamo qui di seguito il susseguirsi delle fasi componenti il ciclo:

- |  |  |    |  |    |
|--|--|----|--|----|
| a) fase di contrazione isometrica (0.05 sec.) : ICP            |  | EP |  | CT |
| b) fase di massimo efflusso (0.09 sec.)                        |  |    |  |    |
| c) fase di efflusso ridotto (0.13 sec.)                        |  | EP |  | CT |
| d) intervallo protodiastolico della diastole (0.04 sec.)       |  |    |  |    |
| e) fase di decontrazione isometrica della diastole (0.08 sec.) |  | EP |  | CT |
| f) fase di rapido riempimento ventricolare (0.11 sec.)         |  |    |  |    |
| g) fase di diastasi (0.19 sec.)                                |  | EP |  | CT |
| h) intervallo dinamico della sistole atriale (0.05 sec.)       |  |    |  |    |
| i) fase di riempimento della sistole atriale (0.06 sec.) : EML |  | EP |  | CT |
|  |  |    |  |    |

Trentuno tra essi parteciparono tre volte alla settimana all'esperimento del tipo descritto da Cureton (3), mentre i restanti undici servirono come gruppo non allenato di controllo. I soggetti furono sottoposti a test prima (T —1) e dopo (T —2) il periodo di esperimento, cercando di mantenere le condizioni basali ottimali: al mattino presto, dopo almeno 10 ore dall'ultimo pasto e in ambiente rigidamente controllato (temperatura: 24° C; umidità relativa: 50%). Fu adoperata una sedia specificatamente progettata e messa in collegamento con un cicloergometro a freno elettrodinamico, che permise le registrazioni durante lo sforzo. Un registratore « Sanborn Four-Channel » fu impiegato per misurare simultaneamente i valori dell'onda pulsatoria carotidea, del tono cardiogramma e dell'elettrocardiogramma (guida II). Vennero quindi fatte le seguenti rilevazioni:

1. a riposo (supino e seduto) (2);
2. durante gli ultimi 10 secondi di una pedalata di 5 minuti (691 kgm/min. alla frequenza di 40 pedalate al minuto) (3);
3. dopo 30 secondi dalla fine dello sforzo;
4. dopo 5 minuti dalla fine dello sforzo.

Gli intervalli del ventricolo sinistro (diastole, EML, ICP, TP e EP) e l'intera durata del ciclo (CT) furono determinati usando il metodo descritto da Blumberger e Meiners (1) ed illustrato nella fig. 1 [da Wiley (26)]. Per tale registrazione fu adoperato un rullo di carta fatto ruotare ad una velocità di 5 cm./sec. Giacché si presentavano fluttuazioni nei risultati, si ritennero validi l'ampiezza del ciclo e gli intervalli ottenuti dalla media di cinque successivi cicli. Dodici soggetti di età consimile a quella dei partecipanti all'esperimento furono sottoposti a due test, con una settimana d'intervallo tra i test, per determinare la reale veridicità delle variabili dello studio. A parte dei soggetti di verifica fu fatto provare il cicloergometro prima della prova. I coefficienti di correlazione sono mostrati nella tab. 1. Tutti i riscontri sugli intervalli cardiaci furono superiori allo .70 ad eccezione del

(2) Le registrazioni a riposo seduto furono effettuate tre minuti dopo aver assunto tale posizione.

(3) Il test fu preceduto da 1 minuto e mezzo - 2 minuti di pedalata per riscaldamento (345,5 Kgm./min. alla frequenza di 40 Ped./min.) e da 1,5-2 minuti di riposo.

Tabella 1: Coefficienti di veridicità

Variabile	Coefficiente di veridicità				
	Riposo supino	Riposo seduto	Ultimi 10 sec.	Dopo l'esercizio 30 sec.	5 min.
CT	.93	.86	.71	.95	.85
Diastole	.92	.89	.83	.95	.79
EML	.97	.98	.96	.96	.99
ICP	.98	1.00	.92	.98	.99
TP	.98	.99	.95	.99	.99
EP	.89	.76	.33	.85	.92

periodo di espulsione durante gli ultimi 10 secondi della pedalata, che fu di .33. Ventisei delle trenta misure ebbero coefficienti di veridicità superiori allo .80, delle quali venti superiori allo .90. Tali coefficienti per EML, ICP e TP andarono tutti oltre lo .90.

#### Risultati e discussioni

Il sommario dei risultati ottenuti è mostrato nella tab. 2. Non furono

riscontrate significative differenze tra il gruppo di controllo e il gruppo d'allenamento a T —1 sia sull'ampiezza degli intervalli, che nell'età, nel peso e nell'altezza. Dopo 10 settimane il gruppo d'allenamento presentava un CT marcatamente più lungo, una diastole ed un EP più ampi in ogni fase dell'esperimento. Questa « inibizione » del ritmo cardiaco risulta essere in

Tabella 2: Raffronto tra il gruppo di allenamento e quello di controllo a T —1 e T —2.

Variabile	Data test	Gruppo di		Scarto (4)	Δ t (4)
		allenamento	controllo		
<b>CT</b>					
Riposo supino	T —1	.897	.872	.025	
	T —2	1.007	.904	.103	.078
Riposo seduto	T —1	.825	.797	.028	
	T —2	.935	.804	.131	.103
Durante lo sforzo	T —1	.444	.462	—018	
	T —2	.493	.433	.060	.078
30" dopo sforzo	T —1	.555	.550	.005	
	T —2	.659	.516	.143	.138
5' dopo sforzo	T —1	.711	.659	.062	
	T —2	.820	.660	.160	.108
<b>Diastole</b>					
Riposo supino	T —1	.511	.487	.024	
	T —2	.605	.519	.086	.062
Riposo seduto	T —1	.458	.434	.024	
	T —2	.547	.441	.106	.082
Durante lo sforzo	T —1	.168	.180	—012	
	T —2	.201	.163	.038	.050
30" dopo sforzo	T —1	.271	.268	.003	
	T —2	.346	.247	.099	.096
5' dopo sforzo	T —1	.375	.328	.047	
	T —2	.461	.331	.130	.083
<b>EML</b>					
Riposo supino	T —1	.051	.053	—002	
	T —2	.052	.052	0	.002
Riposo seduto	T —1	.053	.056	—003	
	T —2	.054	.055	—001	.002
Durante lo sforzo	T —1	.039	.040	—001	
	T —2	.040	.039	.001	.002
30" dopo sforzo	T —1	.045	.047	—002	
	T —2	.046	.045	.001	.003
5' dopo sforzo	T —1	.052	.053	—001	
	T —2	.053	.053	0	.001
<b>ICP</b>					
Riposo supino	T —1	.050	.052	—002	
	T —2	.052	.052	0	.002

accordo coi rilevamenti di Jokl e Wells (13).

Notevoli correlazioni sono state riscontrate fra diastole e CT a riposo supino (25). Ciò evidenzia il fatto che diastole e CT presentano virtualmente lo stesso andamento. Il comportamento del CT e della diastole dopo l'allenamento longitudinale avvalorà i suddetti ritrovamenti. Altri sperimentatori (7, 9, 11) hanno riscontrato come l'allenamento d'endurance allunghi sia la durata della diastole a riposo che durante il recupero, dopo una pedalata d'intensità sottomassimale.

Questo stesso tipo d'allenamento ha allungato l'intervallo EP nella fase di recupero dopo uno sforzo sottomassimale e/o a riposo (7, 21), in accordo con i ritrovamenti di questo studio. Wissler e coll. (24) riscontrarono un'alta correlazione (.93) tra EP e gettata pulsatoria (n.d.t. Volume di sangue che esce dal ventricolo ad ogni sistole) calcolata mediante il me-

todo della diluizione (n.d.t. Consiste nell'iniettare una sostanza non diffusibile nel torrente circolatorio e nel seguirne le variazioni rapide di concentrazione nel sangue). A T —1 il gruppo d'allenamento presentò un periodo di espulsione più corto sia negli ultimi 10 sec. della pedalata, che a 30 sec. dal termine dello sforzo. A medesime conclusioni si è giunti eseguendo un esercizio d'intensità sottomassimale secondo Wiley (25), sia un impegnativo sforzo secondo Shkhvatsabaya (22), sia praticando tutti gli altri esercizi di Wiley e coll. (27). Questo abbreviamento dell'intervallo EP non fu più osservato dopo l'allenamento d'endurance, il che sta ad indicare come i soggetti avessero acquistata una migliore immediata fase di recupero dopo una pedalata d'intensità sottomassimale.

L'EML del gruppo d'allenamento non si modificò sostanzialmente nelle varie condizioni di riposo a T —2, quantunque presentasse u-

na lieve tendenza all'ampliamento. Molti altri ricercatori (2, 4, 5, 9, 11, 18, 19) hanno riscontrato insignificanti cambiamenti nell'EML durante la fase di recupero dopo uno sforzo di intensità sottomassimale e/o a riposo. Risultati contraddittori sono stati ottenuti in alcuni studi ove si metteva a confronto l'EML di alcuni atleti con quello di non atleti, in acuto contrasto con i dati di Hyman (15) che sostenne la tesi opposta, in cui tale intervallo è considerato più corto nei primi rispetto ai secondi.

Diversi studi (5, 9, 11, 19) hanno mostrato come l'allenamento d'endurance (10 settimane o più lungo) sia capace di far allungare l'ICP durante il recupero dopo uno sforzo di intensità sottomassimale e/o a riposo. Nel nostro esperimento vennero riscontrate significative differenze tra i due gruppi a T —2, nei risultati ottenuti durante lo sforzo e la fase di recupero, mentre meno marcate furono le differenziazioni a riposo. Du Toit (5) e Raab e coll. (21) trovarono che il lavoro d'endurance determinava un allungamento del TP durante il recupero dopo uno sforzo d'intensità sottomassimale e/o a riposo. Nel nostro studio apprezzabili differenze tra i due gruppi furono trovate solo durante lo sforzo e 30 sec. dopo il medesimo.

### Conclusioni.

Le risultanze dell'esperimento ci permettono di affermare che un allenamento d'endurance (qui di 10 settimane), provoca un allungamento del ritmo cardiaco. Ciò è chiaramente indicato dai seguenti significativamente più lunghi intervalli del gruppo d'allenamento rispetto a quelli di controllo, dopo il periodo d'esperimento:

- allungamento del CT, diastole e EP a riposo (supino e seduto), sia durante lo sforzo (pedalata di intensità sottomassimale al cicloergometro), che durante il recupero (dopo 30 sec. e 5 min.);
- allungamento dell'ICP durante lo sforzo e dopo 30 sec. e 5 min. dalla cessazione del medesimo;
- allungamento del TP durante lo sforzo e dopo 30 sec. dalla cessazione del medesimo.

(Tradotto da Ugo Cauz dal n. 2 - vol. 11 giugno 1971 di «The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness», Edizioni Minerva Medica, Torino)

Variabile	Data test	Gruppo di allenamento	Gruppo di controllo	Scarto (4)	$\Delta t$ (4)
Riposo seduto	T—1	.058	.058	0	
	T—2	.060	.058	.002	.002
Durante lo sforzo	T—1	.027	.027	0	
	T—2	.030	.025	.005	.005
30" dopo sforzo	T—1	.035	.027	.008	
	T—2	.038	.025	.013	.005
5' dopo sforzo	T—1	.046	.044	.002	
	T—2	.048	.043	.005	.003
<b>TP</b>					
Riposo supino	T—1	.102	.105	—0.003	
	T—2	.105	.104	.001	.004
Riposo seduto	T—1	.111	.114	—0.003	
	T—2	.114	.113	.001	.004
Durante lo sforzo	T—1	.066	.066	0	
	T—2	.069	.064	.005	.005
30" dopo sforzo	T—1	0.80	0.80	0	
	T—2	.083	.077	.006	.006
5' dopo sforzo	T—1	.098	.097	.001	
	T—2	.101	.096	.005	.004
<b>EP</b>					
Riposo supino	T—1	.285	.280	.005	
	T—2	.298	.281	.017	0.12
Riposo seduto	T—1	.256	.248	.008	
	T—2	.274	.249	.025	.017
Durante lo sforzo	T—1	.210	.215	—0.005	
	T—2	.222	.206	.016	.021
30" dopo sforzo	T—1	.203	.201	.002	
	T—2	.229	.192	.037	.035
5' dopo sforzo	T—1	.240	.235	.005	
	T—2	.259	.233	.026	.021
<b>Peso</b>					
Altezza	T—1	80.7	78.4	2.3	
	T—2	79.7	78.3	1.4	—0.9
<b>Età</b>					
	T—1	37.4	38.6	—1.2	

(4) A cura del traduttore.