

Condizione funzionale e capacità di lavoro di atlete qualificate in considerazione del ciclo biologico dell'organismo femminile

Larisa Sachlina

Relazione svolta al Seminario IAAF di Mosca 1998
per concessione del Centro IAAF - R.D.C.

Nella società contemporanea le donne hanno gli stessi diritti degli uomini, prendono parte attiva alla vita culturale, politica, statale ed economica del paese. Allo stesso tempo, esistono problemi specifici del lavoro delle donne e sono di tipo medico e sociale, legati alle particolarità anatomiche e fisiologiche dell'organismo femminile, alla funzione della maternità, al ruolo di educatrici delle giovani generazioni e ai suoi doveri familiari.

Il progresso scientifico e tecnico ha modificato in maniera sostanziale il ritmo di vita in tutti i suoi aspetti. L'uomo ha realizzato la possibilità di vivere in condizioni che si sono ben presto rivelate incompatibili con la vita, di risolvere i problemi, prima irrisolvibili, di sopportare carichi in passato impossibili.

Il processo di adeguamento, l'adattamento, in tutti i tempi ha giocato un ruolo decisivo nella conservazione dell'umanità e della civiltà.

La possibilità di adattamento sta-

bile dell'organismo a fattori quali il carico fisico, l'ipossia, gli stress ripetuti, determina l'efficienza vitale del sistema (20).

Negli ultimi trent'anni in tutto il mondo si registra un aumento dell'interesse allo studio dell'organizzazione ritmica dei processi dell'organismo. L'interesse nei confronti dei bioritmi è basilare, in quanto i ritmi gestiscono gli avvenimenti naturali e riguardano tutte le manifestazioni della vita, dall'attività subcellulare alle singole cellule fino alle forme di comportamento dell'organismo. Secondo l'opinione di V.M. Dil'man, è necessario analizzare anche i problemi dell'adattamento, delle norme e dell'omeostasi in considerazione della tendenza ciclica dei processi dell'attività vitale. Secondo la posizione della bioritmologia è più giusto parlare non di stabilità omeostatica, ma di dinamica omeostatica, che determina nell'organismo stabilità e costanza.

Lo sport contemporaneo di elevato livello rappresenta un'area unica di ricerca sulle possibilità di

adattamento dell'organismo umano. Come sottolinea l'autore, le manifestazioni di adattamento nello sport sono eccezionalmente varie, l'adattamento ai carichi fisici della più diversa direzione, intensità e durata, la necessità di adeguamento a condizioni estreme.

Cresce lo sport femminile di massa. Se ai Giochi Olimpici moderni (Atene 1896) hanno preso parte alle gare solo uomini, alla successiva edizione dei Giochi Olimpici di Parigi (1900), per la prima volta hanno preso parte 11 donne, alla XXVI Edizione dei Giochi Olimpici di Atlanta nel 1996, hanno preso parte 3.626 donne.

Alle Olimpiadi Invernali il numero delle donne partecipanti è cresciuto passando da 13 (Francia 1924) a 522 (Norvegia 1994). Compaiono nuove specialità sportive. Le donne partecipano alle gare in discipline che in passato erano soltanto maschili.

Purtroppo, finora, il processo di allenamento per gli uomini e le donne si costruisce secondo gli stessi canoni. Le peculiarità dell'organismo femminile, in particolare il ciclo biologico, la funzione condizionante ovarico-mestruale, nel processo di allenamento non viene considerata, cosa che rappresenta uno dei motivi principali di alterazione della salute delle atlete, in particolare la loro funzione riproduttiva, la diminuzione dei risultati sportivi, il precoce abbandono dello sport.

Per aumentare l'efficacia del processo di preparazione delle atlete e la conservazione della loro salute è necessario rianalizzare le basi

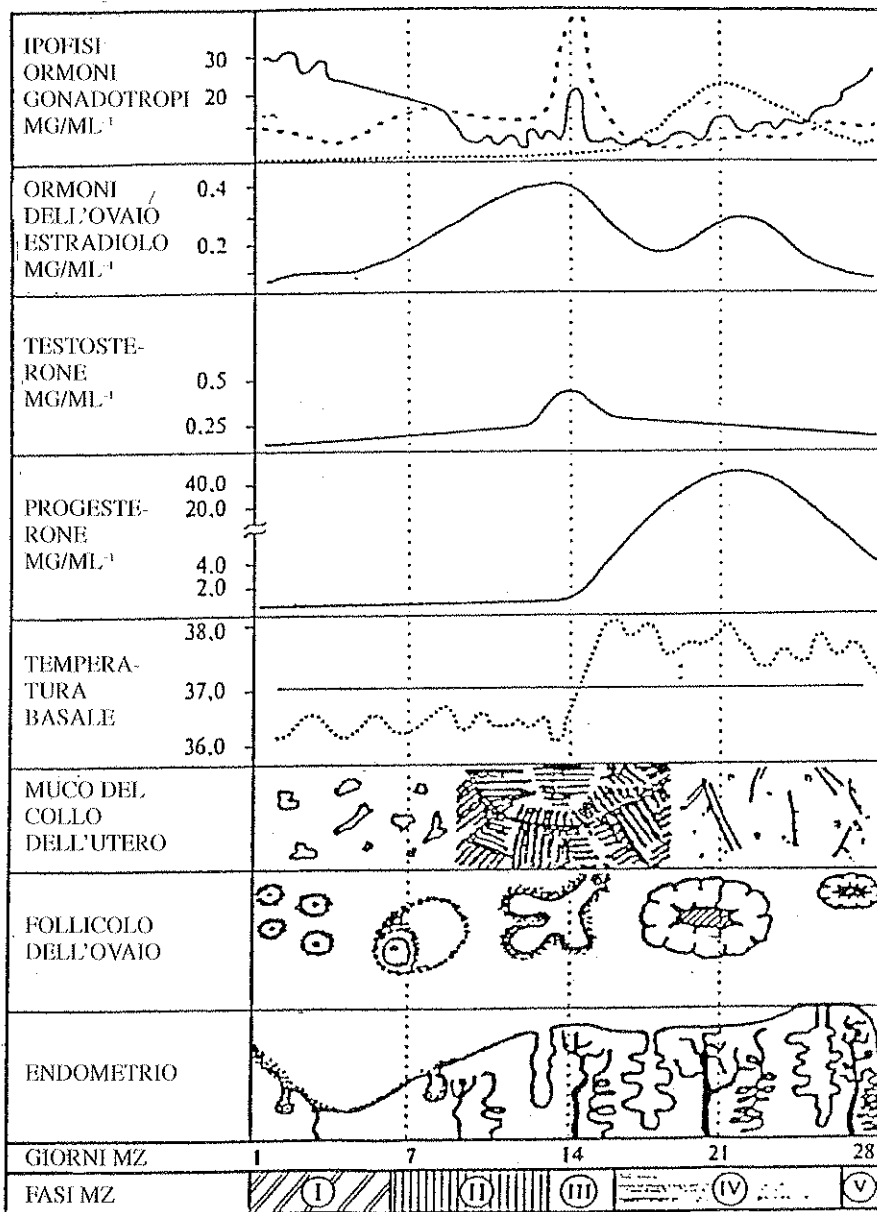
medico-biologiche del processo di allenamento delle donne. A questo ha rivolto la sua attenzione già 20 anni orsono A.R. Radziewskij il quale ha stabilito che la capacità di lavoro delle atlete durante il ciclo mestruale (MZ) si modifica. Purtroppo i meccanismi biologici

di questi cambiamenti, all'infuori della dinamica di contenuto ormonale nel sangue, descritti da una grande quantità di autori nazionali e stranieri, non sono stati studiati sufficientemente. Nel disegno 1 sono rappresentate le variazioni della concentrazione degli

ormoni dell'ipofisi (FSG, LG, LTG) dell'ovaio (estrogeni, progesterone, testosterone), durante i 28 giorni di ciclo. È indicato il loro legame con lo sviluppo delle cellule ovariche e la successiva ovulazione, con lo sviluppo del corpo luteo, ciò che dà la possibilità di dividere in maniera condizionata il ciclo in 5 fasi:

- (I) mestruale
- (II) postmestruale
- (III) ovulatorio
- (IV) postovulatorio
- (V) premestruale

Disegno 1 - Cambiamenti del livello degli ormoni gonadotropi nel sangue, temperatura corporea e struttura degli organi recettori durante il ciclo mestruale



Nella rielaborazione medico-biologica delle basi direttive dell'allenamento sportivo delle donne, la nostra attenzione è rivolta al sistema funzionale di respirazione (SFR) e alla variazione della sua condizione durante il ciclo mestruale. Proprio il SFR assicura il soddisfacimento della richiesta di ossigeno dei tessuti grazie alla ventilazione polmonare e lo scambio di gas nei polmoni, della circolazione del sangue e della funzione respiratoria del sangue, che determina il trasporto dell'ossigeno dal sangue ai tessuti nei quali avviene l'utilizzo dell'ossigeno e tutto il processo di fosforilazione ossidativa con la formazione di una fonte basilare di energia biologica, ATP.

Noi, naturalmente, abbiamo posto che la condizione del sistema funzionale di respirazione e bioenergetica debba cambiare sotto l'influsso della diversa concentrazione nel sangue di ormoni sessuali nelle diverse fasi del ciclo, mentre le variazioni di SFR determineranno la possibilità di sviluppo di qualità fisiche, di coordinazio-

ne dei movimenti, di capacità di lavoro fisico e mentale delle atlete durante la MZ.

L'obbiettivo della nostra ricerca è quello di evidenziare l'azione dei cambiamenti dello status ormonale sulla funzione del sistema respiratorio, del regime di ossigeno dell'organismo (ROO) e della capacità di lavoro delle atlete nelle diverse fasi della MZ.

Metodi di ricerca. Alla ricerca hanno preso parte 116 atlete con un normale ciclo mestruale, che è stato giudicato secondo gli indici basali assiali di temperatura, dati dal fenomeno a "felce", secondo l'analisi di inchiesta speciale.

Le ricerche si sono svolte in ogni fase delle MZ durante 2-3 cicli mestruali.

Nel lavoro è stato utilizzato l'approccio di tipo sistemico alla ricerca del processo di allenamento con il complesso di metodologia di ricerca di tipo contemporaneo fisiologico, biochimico, psicologico e pedagogico, ed anche di ricerca sui modelli matematici di regolarizzazione ROO e SFR.

La caratteristica del ROO è stata condotta secondo A.Z. Kolcinska e N.V. Lauer. La definizione degli indici funzionali è stata condotta in condizioni di scambio basale, relativo allo stato di riposo in condizioni di normossia, ed anche durante l'esecuzione di un carico fisico di diversa intensità, includendo il massimale, in ogni fase di MZ. Per lo studio del contributo quantitativo della ventilazione polmonare e del sistema della circolazione nella regolazione dei parametri in normossia è stato utilizzato il modello computerizzato

ROO e i modelli di sistema di respirazione. La capacità di lavoro generale è stata definita su ergometri di bicicletta e di canottaggio in presenza di carichi progressivi di aumento di potenza, durante il test di step. Nelle condizioni di attività sportiva (processo di allenamento, gare) sono stati ricercati gli indici di capacità di lavoro speciale con l'uso di test pedagogici, specifici per ogni specialità sportiva. I dati dell'influsso della seduta sportiva sulla funzione mestruale delle atlete si è avuta dal risultato dell'analisi di 974 questionari secondo N.V. Svencikova nella nostra modificazione. La definizione delle fasi di MZ è avvenuta sulla base del calcolo delle variazioni della temperatura basale, la dimostrazione della cristallizzazione del muco secondo il fenomeno a "felce" che è stata registrata quotidianamente durante 1-2 mesi. I risultati ottenuti nella ricerca strumentale sono stati elaborati statisticamente secondo i criteri di Student.

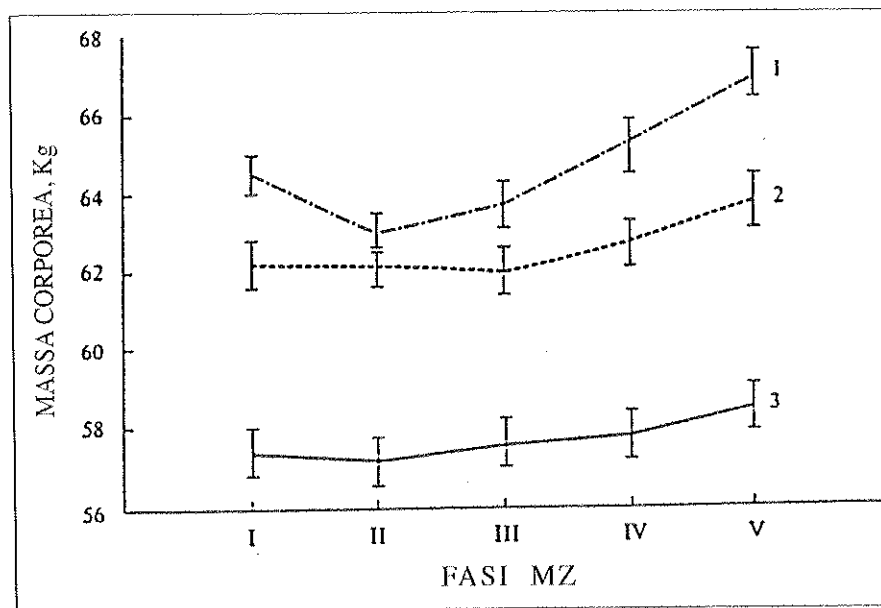
Risultati e loro analisi

La speciale inchiesta da noi condotta su 974 atlete (di 16 diverse discipline sportive), quasi tutte di alta qualificazione (98,9%), ha dimostrato che si sono allenate durante la fase mestruale e che in un terzo di esse si sono avute alterazioni delle funzioni mestruali che hanno causato un ritardo dello sviluppo sessuale (un menarca ritardato), l'alterazione del ciclo MZ, l'abbreviarsi o il prolungarsi delle fasi delle mestruazioni, variazioni nella quantità del flusso emat-

tico. Ognuno dei fatti elencati rappresenta un segnale di uscita di questa funzione dai confini della norma fisiologica. La percentuale maggiore di alterazioni è stata fatta registrare da atlete specialiste nella ginnastica artistica e nello sci. L'analisi dei risultati delle ricerche strumentali ha mostrato che i cambiamenti dello status ormonale di MZ determinano un influsso sostanziale sulla condizione funzionale delle atlete. Le nostre osservazioni hanno evidenziato che dalla fine della fase postovulatoria la massa corporea aumenta, raggiungendo il massimo nella fase premenstruale, diminuisce nella fase delle mestruazioni raggiungendo le grandezze iniziali nella fase postmenstruale (dis. 2); in letteratura mancano dati sulla definizione della massa corporea in ogni fase delle MZ. L'aumento della massa corporea nelle atlete nella fase premenstruale in relazione a quella mestruale è stato notato da molti osservatori. Nella pratica clinica si è notato un aumento della massa corporea fino all'edema premenstruale.

Durante la mestruazione cambiano i ROO delle atlete. In condizioni di riposo (sedute) gli indici di respirazione si modificano (tab. 1). I maggiori indici di volume minuto respiratorio (VRM) sono stati notati nella fase dell'ovulazione (III). Si deve aggiungere che in questa fase (III) la massima ventilazione polmonare raggiunge un alto volume respiratorio (VR) a paragone con le altre fasi del ciclo con una frequenza respiratoria relativa non grande (FR). Ma sotto questo assetto nella fase ovulato-

Disegno 2 - Cambiamenti della massa corporea nella dinamica della MZ nelle ragazze che fanno pallacanestro (1), nuoto (2), canottaggio (3).



ria, così come nella fase premenstruale per la quale è caratteristica una respirazione più frequente con un volume respiratorio inferiore, la respirazione è meno economica, cosicché un litro di ossigeno viene utilizzato nell'organismo relativamente a 35,2-38,3 l di aria, che entra nei polmoni, mentre nelle fasi postmestruali e postovulatorie rispettivamente solo di 32,7 e 32,9 l.

La maggiore quantità di utilizzo

di ossigeno (UO) nella fase ovulatoria, può essere spiegata con l'influsso stimolante della respirazione cellulare provocata dagli estrogeni, la concentrazione dei quali in questa fase del ciclo è maggiore (tab. 1). La diminuzione della soglia di sensibilità del centro respiratorio alla CO₂ nelle fasi premenstruali e mestruali, la diminuzione della permeabilità bronchiale in seguito ai cambiamenti secretori sotto l'azione degli

ormoni sessuali, possono essere motivo di aumento compensatorio FR e della ventilazione polmonare con la diminuzione del volume respiratorio in queste fasi, particolarmente in quella premenstruale.

Diversa dinamica si osserva per gli indici della circolazione sanguigna (tab. 2): la FCV aumenta, ad iniziare dalla fase dell'ovulazione, e raggiunge le grandezze maggiori nella fase premenstruale, che probabilmente è legata all'aumento del tono simpatico nel SNC dopo l'ovulazione, mentre fino all'ovulazione predomina il tono del parasimpatico. L'aumento della FCV determina un aumento del volume minuto del sangue (VMS) nella fase postovulatoria e particolarmente nella fase premenstruale cosa che, secondo M. Rotar può manifestarsi come un meccanismo di compensazione legato all'aumento del ritorno del sangue venoso al cuore destro, con l'aumento del volume totale di sangue in circolazione. Nella fase mestruale la gittata cardiaca al minuto è minore. La pressione massima (PM) durante le mestruazioni cambia in maniera inattendibile ($R > 0,05$). La

Tabella 1 - Indici respiratori in Atlete (n = 10) nelle diverse fasi MZ ($M \pm m$) - * Differenza tra gli indici nelle diverse fasi, $R < 0,05$.

FASI MZ	Contenuto O ₂ in aria respirata	VR, M ml/min ⁻¹	FR, resp./min ⁻¹	VR, ml	UO ml/min ⁻¹	Aria equivalente in unità relative	Saturazione arteriosa dell'ossigeno
I	20,9	6525±204	16,8±0,6	388,4±21	195,6±14	33,4±0,6	97,2±0,9
II	20,9	5713*±192	16,2±0,7	352,6±25	174,8±16	32,7±0,8	97,2±0,9
III	20,9	7050*±360	17,6±0,7	400,6±39	200,5±18	35,2±0,9	97,8±0,4
IV	20,9	5800*±201	16,8±0,8	345,3±28	175,9±11,0	32,9±0,4	97,2±1,0
V	20,9	6325*±208	20,4±1,2	310,0±34	165,0±15,2	38,3±1,2	97,2±0,7

Tabella 2 - Indici di circolazione del sangue in Atlete (n = 10) nelle diverse fasi MZ (M ± m) - * Differenza tra gli indici nelle diverse fasi, R < 0,05.

FASI MZ	Contenuto O ₂ in aria respirata	AD, mmHg		FCV in 1 min.	PM, ml	VMS ml/min ⁻¹	Sangue equivalente in unità relative
I	20,9	105±12	65±*	65,8±3,4	60,2±35	3961*±1,1	20,3±0,6
II	20,9	104,6±8,3	58±4	64,2±2,2	63,6±1,1	408,3*±41	23,35±0,9
III	20,9	107,4±7,2	60±5	60,0±2,0	63,3±0,8	4176*±44	20,83±0,8
IV	20,9	109±4,3	62±3	72,0±2,3	63,5±0,9	4572*±42	25,9±1,1
V	20,9	108,4±6,4	64±2	73,8±2,3	62,6±1,0	4620*±22	28,0±0,9

stessa conformità alla norma varia anche per la pressione arteriosa, per la pressione sistolica nelle diverse fasi del ciclo varia da 3-5 mm Hg, per quella diastolica da 4-7 mm Hg.

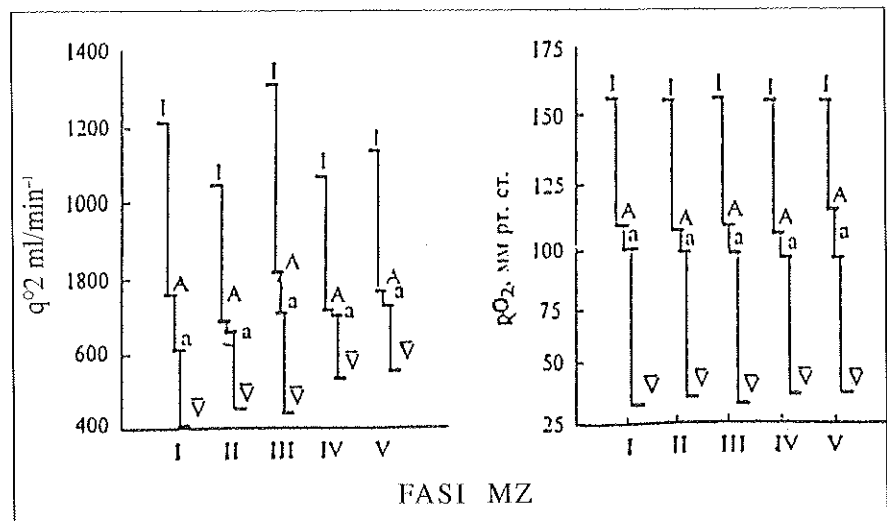
Nella I e nella III fase la circolazione sanguigna soddisfa in maniera più economica la richiesta di ossigeno dell'organismo; ogni litro di ossigeno nelle fasi mestruali e ovulatorie è fornito da 19-20 litri di sangue in circolazione. Nella seconda metà del ciclo la circolazione del sangue diventa meno economica e l'equivalente emodinamico (EE) cresce in maniera attendibile (R<0,05), mentre il ritmo dell'ossigeno (RO) diminuisce.

Il contenuto dell'emoglobina (Hb) nel sangue cambia in maniera inattendibile nelle diverse fasi MZ da (124,5±8,0) g/l nella I fase fino a (126,6±6,0) g/l nella V fase, R>0,05. La saturazione del sangue arterioso con l'ossigenazione (SaO₂) cambia in maniera significativa in tutte le fasi del ciclo e costituisce (97,2±0,4)% -0,9%, e solo nella fase dell'ovulazione esso raggiunge il 98% (97,8±0,4)%.

Un'analisi più completa del processo delle varie tappe del trasporto e dell'utilizzo di O₂ nell'organismo, il chiarimento del luogo LV e della ventilazione alveolare (VA), la velocità della circolazione del sangue, la funzione respiratoria del sangue nella regolazione dei parametri fondamentali di trasporto dell'ossigeno è stata compiuta su modello matematico ROO, nel quale come dati introdotti venivano utilizzati i risultati di nostre ricerche strumentali.

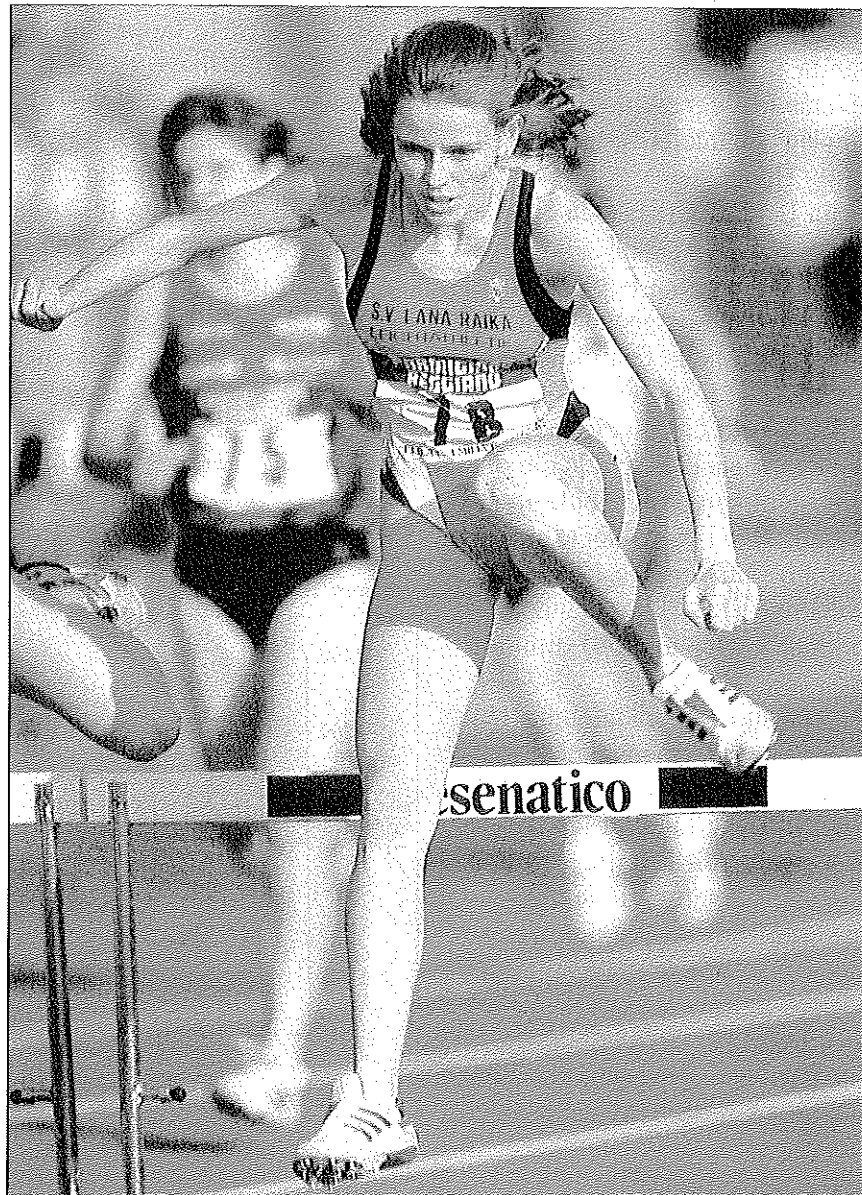
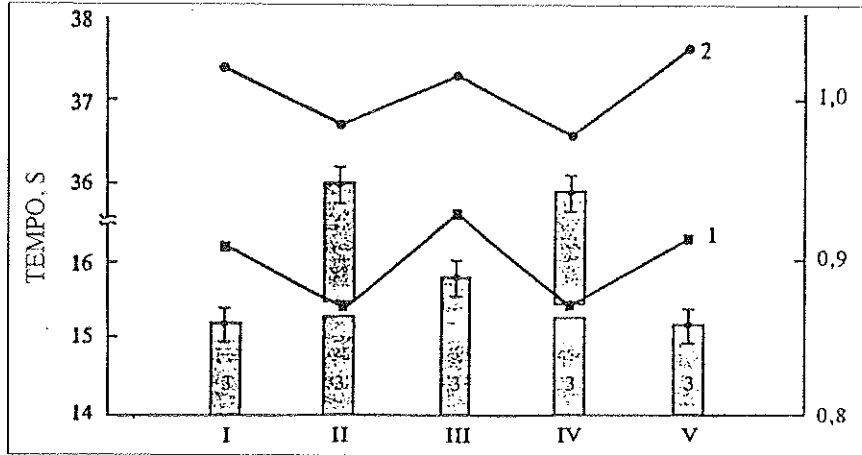
Le differenze di respirazione evidenziate dalla circolazione del sangue determinano lo specifico dei cambiamenti del ROO delle atlete nelle diverse fasi della MZ (dis. 3). In condizioni di riposo di normossia la velocità minore di ingresso di O₂ nei polmoni si evidenzia nella II e IV fase di MZ, mentre è maggiore nella fase di ovulazione. Nella stessa fase senza considerare il rapporto minore AV/MOD (62%) la velocità di ingresso di O₂ negli alveoli pre-

Disegno 3 - Cambiamenti dei parametri dei regimi di ossigeno nell'organismo delle atlete: q^{o2}, velocità di trasporto a tappe, utilizzo di ossigeno e R^{o2} durante MZI, nei polmoni, A negli alveoli, a arteriosa, V sangue venoso misto

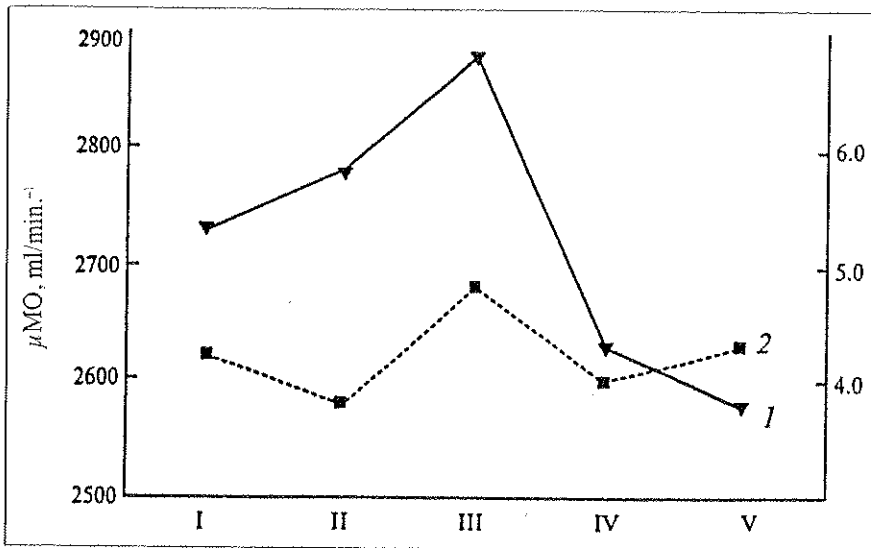


sumibilmente aumenta a paragone con le altre fasi. L'aumento di velocità del trasporto di O_2 del sangue arterioso inizia dalla fase di ovulazione e diventa più evidente nella IV e V fase. Per quanto UO sia maggiore nella fase di ovulazione, senza badare alla maggiore velocità di trasporto di O_2 di sangue arterioso, la velocità di trasporto del sangue venoso misto nella III fase è affidabilmente inferiore di quello della IV e V fase. Le variazioni dello status ormonale, della condizione di SFR di circolazione del sangue e del ROO mostrano un'azione sullo sviluppo delle qualità fisiche delle atlete, della loro capacità di lavoro. I risultati delle nostre ricerche testimoniano che la forma muscolare delle atlete, indipendentemente dalla loro specializzazione sportiva, è in maniera affidabile superiore nella II e IV fase della MZ se paragonata con la I e la V fase. Nella fase dell'ovulazione le possibilità di forza delle atlete sono inferiori di quelle della II e IV fase, ma superiore a quelle della I e V fase del ciclo. Nella definizione della possibilità di forza delle atlete nuotatrici abbiamo stabilito che, nella fase ovulatoria avendo indici di partenza abbastanza alti delle possibilità di forza (fuori dall'acqua) le atlete non potevano realizzarle pienamente nel processo di nuoto, cosa che è testimoniata da un basso indice di coefficiente d'uso delle possibilità di forza (CUPF) (dis. 4). Secondo le nostre osservazioni, nella fase di ovulazione è turbata la coordinazione dei movimenti delle atlete, cosa che naturalmente diminuisce la velocità di nuotare la

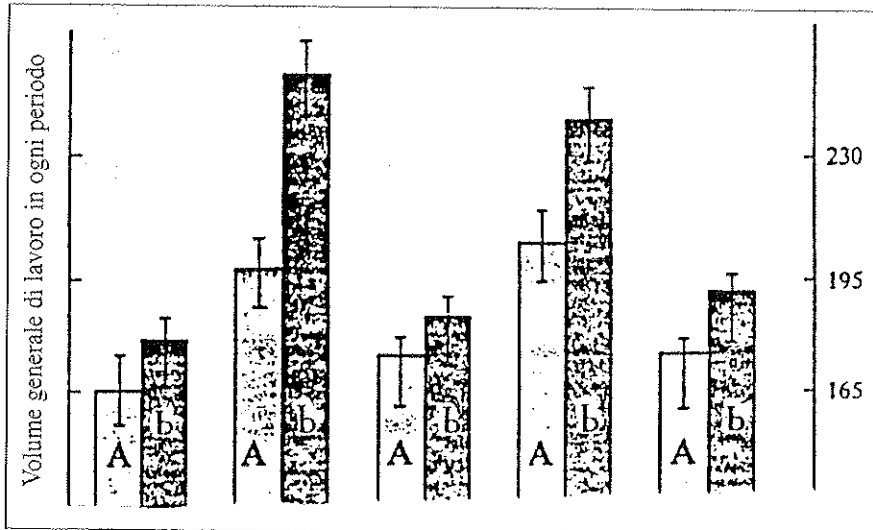
Disegno 4 - Tempo (s) su una distanza di 25 m (1), SOM (2) e CUPF (3) in nuotatrici nella I fase MZ.



Disegno 5 - Utilizzo massimale ossigeno (1) e valore ossigeno (2) di lavoro in ergometro canottaggio nelle fasi I - V di MZ.



Disegno 6 - Volume generale di lavoro (A) e potenza massima (B) sviluppata dalle canoiste su ergometro di canottaggio nelle fasi I - V di MZ.



stessa distanza. Così, nel nuoto sincronizzato nel periodo della nuotata di sei tratti dalla distanza data, le ragazze o sbagliavano nel computo della quantità della serie di esercizi eseguiti, oppure perdevano la direzione dei movimenti sott'acqua, si orientavano in maniera peggiore nell'immersione alla profondità stabilita.

Durante la MZ viene modificata anche la condizione psicologica delle atlete che si esprime in maniera individuale sia nell'aumento dell'eccitabilità, sia nella comparsa di reazioni inadeguate, in particolar modo nella V e nella I fase della MZ, anche con un senso di apatia, di indifferenza a tutto ciò che vi è intorno. Nelle fasi

premenstruale e mestruale le atlete mostrano un rapido affaticamento. I risultati delle ricerche psicofisiologiche da noi condotte dimostrano che lo status psicologico cambia durante MZ. Nella II e IV fase del ciclo i processi nervosi fondamentali dimostrano una grande mobilità, la sensibilità propriocettiva è più alta, cosa che è stata evidenziata dalla soglia differenziale della forza muscolare, con un tempo di reazione semplice di movimento, dalla labilità dei processi nervosi.

In questo modo, II e IV fase del ciclo sono caratterizzate da un fondo psicologico ottimale, da migliori possibilità di sviluppo delle qualità di forza per la maggior parte delle ragazze analizzate, a differenza delle fasi I, III e V della MZ. I risultati delle ricerche ottenuti dimostrano che l'alta economicità delle funzioni del sistema respiratorio, circolatorio ROO, la maggiore riserva respiratoria nel periodo postmestruale e postovulatorio della fase del ciclo determina la capacità di lavoro delle atlete in queste fasi a paragone con quella della fase ovulatoria, premenstruale e mestruale (dis. 5, 6).

È noto che l'approccio sistemico nella direzione del processo sportivo di preparazione si misura sull'uso della informazione sulla condizione della salute dell'organismo dell'atleta.

Per la direzione del processo di allenamento delle atlete riveste particolare importanza, come è dimostrato dal materiale presentato, la ricerca medico-biologica delle particolarità dell'organismo femminile, la sua azione sulla condizio-

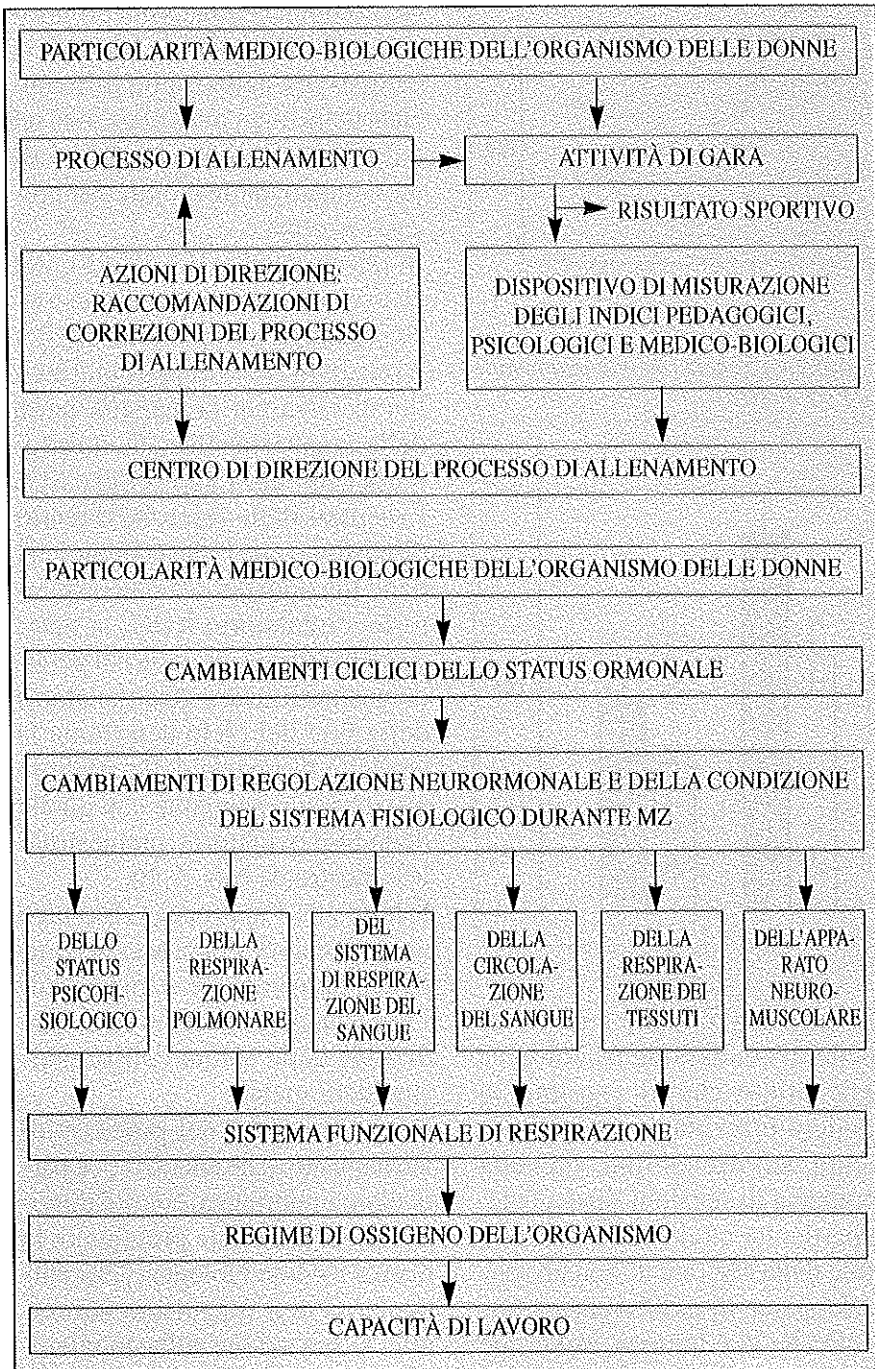
ne delle variazioni cicliche dello stato ormonale e della regolazione neuroormonale delle funzioni fisiologiche.

Nel dis. 7 noi presentiamo il nostro modello di sistema di direzione del processo di allenamento e dell'attività di gara delle atlete, all'in-

terno del quale parte fondamentale devono rivestire le particolarità medico-biologiche dell'organismo femminile.

I risultati presentati delle ricerche complessive testimoniano la necessità di un calcolo severo nella pianificazione del carico di allenamento delle possibilità funzionali dell'organismo delle donne nelle diverse fasi del ciclo mestruale per il mantenimento della salute delle atlete, future madri, per l'incremento dei risultati sportivi, per la loro longevità sportiva.

Disegno 7 - Modello di sistema di direzione del processo di allenamento delle atlete (1), del feed back medico-biologico delle particolarità dell'organismo delle atlete.



LEGENDA SIGLE UTILIZZATE

- SFR Sistema funzionale di respirazione
- ROO: Regime di ossigeno nell'organismo
- VRM: Volume minuto respiratorio
- VR: Volume respiratorio
- VMS: Volume minuto del sangue
- PM: Pressione massima
- EE: Equivalente emodinamico
- CUPF: Coefficiente di utilizzo possibilità di forza
- VA: Ventilazione alveolare
- UO: Utilizzo ossigeno
- SNC: Sistema nervoso centrale
- FCV: Frequenza cardiovascolare

Traduzione a cura di P. Chessa