

## LA RESISTENZA

(Premesse fisiologiche)

di Vittorio Wyss

I processi ossidativi hanno il significato di processi di ristoro che si inscrivono nella serie delle reazioni di scissione del glicogeno o a livello dell'**acido piruvico** ( $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{COOH}$ ) o dell'**acido lattico** ( $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ ). In questa occasione si intende parlare appunto dei processi di ristoro, e pertanto della valutazione dell'efficienza degli apparati che vi attendono.

Nella valutazione globale dell'atleta tutto quanto verrà illustrato, deve essere considerato come indirizzato alla valutazione della « resistenza al carico » che l'atleta presenta ben considerando come la possibilità da parte dei muscoli di continuare a contrarsi (e quindi a sviluppare una determinata forza) dipende dai processi di ristoro: il poter sviluppare a lungo la sua forza rappresenta per un muscolo la sua capacità di resistenza al carico, e dipende appunto dai processi di ristoro.

Difatti, ritornando ai concetti biochimici iniziali, l'ossigeno che viene impiegato in questi processi di ristoro interviene sia nel corso di esecuzione del lavoro sia dopo il termine del lavoro: quest'ultima quota rappresenta il « **debito di ossigeno** » che l'organismo aveva contratto nel corso del lavoro e che paga durante il ristoro. Questo debito prende il nome di « **debito lattacido** » quando nel corso del lavoro la differenza fra l'ossigeno realmente fornito ai tessuti e quello di cui i tessuti avrebbero avuto bisogno sia stata tale da portare alla formazione di acido lattico, mentre è definito « **debito alattacido** » quello che l'organismo contrae quando per un sufficiente e tempestivo apporto di  $\text{O}_2$  già in corso di lavoro la scissione del glicogeno non sia giunta a livello di acido lattico, ma si sia arrestata a livelli precedenti della catena « **acido piruvico** ».

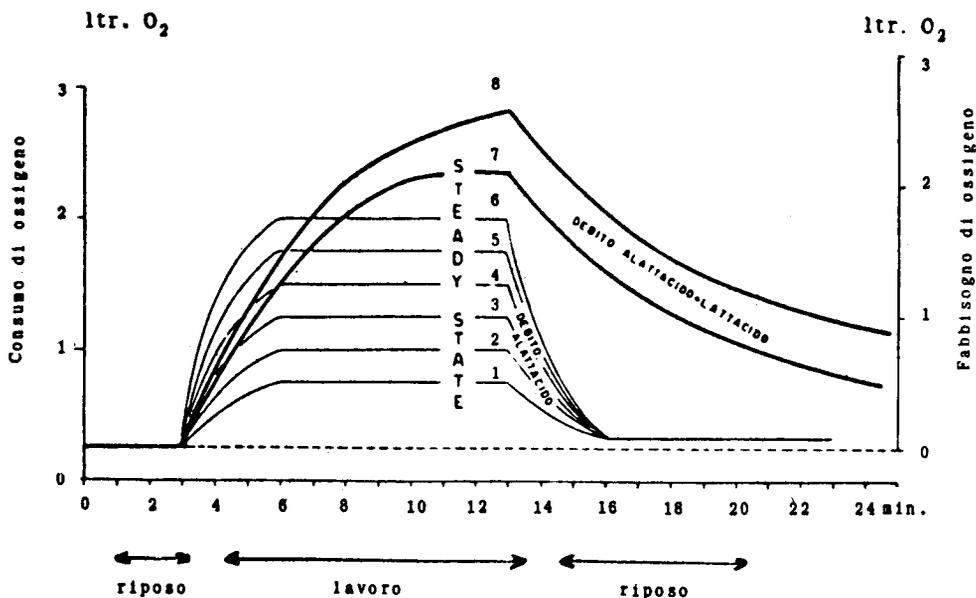
Relativamente ai tempi della instaurazione di questi debiti alattacido e lattacido, occorre considerare due fasi distinte. La prima fase è quella dei primi minuti di lavoro. Difatti mentre il lavoro comincia quasi istantaneamente, la messa in azione dei meccanismi incaricati di fornire ai tessuti l' $\text{O}_2$  necessario in più

di quello di riposo è più lenta e richiede un certo tempo, durante il quale i muscoli continuano a contrarsi, ma con insufficiente apporto di  $O_2$ . La quantità di debito di  $O_2$  che si forma all'istante tende a poco a poco a ridursi man mano che gli apparati ossiforici raggiungono il livello funzionale necessario alla condizione metabolica determinata dal carico di lavoro, ma all'inizio di un lavoro si determina sempre un debito di  $O_2$  la cui entità dipende da un lato dall'intensità del carico e dall'altro dalle capacità del soggetto di adeguarvisi con maggiore o minore prontezza. E' evidente che queste capacità di adeguamento al carico variabili da soggetto a soggetto, in quanto esprimono la prontezza con cui l'atleta è in grado di adeguarsi a ritmi diversi di prestazione, debbono e possono rappresentare un primo tipo di test di valutazione dell'efficienza degli apparati interessati.

Nel corso del lavoro possono invece verificarsi due condizioni: la prima è che il rifornimento di  $O_2$  sia tale già durante il lavoro da coprire il fabbisogno: è evidente che in tal caso il lavoro potrà durare molto a lungo, e che il livello di lavoro potrà essere diverso da caso a caso, essendo comunque tanto più elevato quanto maggiori sono le capacità di **adattamento al carico** da parte del soggetto. Questo livello di lavoro può venir definito come **lavoro aerobico massimo**, ed essere espresso sia in calorie meccaniche (o Kgm) considerando il lavoro meccanico eseguito, sia, più correttamente, in **calorie biologiche** che meglio esprimono il livello delle capacità funzionali dell'organismo. E' evidente che più è elevato il livello della quantità di  $O_2$  che l'organismo può assorbire nell'unità di tempo e per lungo tempo, tanto maggiore è la forza che i muscoli potranno sviluppare, quindi il lavoro che potranno svolgere, o, ancora, la potenza che potranno esprimere. Questa misura — assieme alle altre che vi sono connesse — è uno dei test più importanti anche se di esecuzione piuttosto lunga e difficile. L'altra possibilità è che invece il carico di lavoro sia tale che il soggetto non sia in grado di raggiungere lo **steady-state** per cui durante l'esecuzione del lavoro il suo debito di  $O_2$  continua ad aumentare. In queste condizioni, in cui si giunge alla formazione di acido lattico, il limite è posto dal valore massimo di debito di  $O_2$  lattacido, che il soggetto è in grado di contrarre o, il che è la stessa cosa, dalla concentrazione massima di acido lattico che il soggetto riesce a raggiungere, o ancora, il che continua ad essere una forma diversa ma equivalente di espressione, della quantità massima di lavoro meccanico ottenuto o di calorie spese per ottenerlo nell'unità di tempo (quando il lavoro sia tale da esaurire totalmente il soggetto).

Si inserisce qui una misura molto nota ma sulla quale esi-

stono divergenze di vedute tra i diversi autori: quella del **massimo consumo di ossigeno**.



Andamento del consumo di  $O_2$  nel ristoro dopo il termine di un lavoro muscolare. Le linee sottili sono le componenti elementari della curva spessa (da Pesargiklian).

Le divergenze di vedute derivano dall'incertezza se il massimo consumo di ossigeno sia raggiunto dal soggetto prima che inizi la formazione di acido lattico, oppure se possa già instaurarsi la formazione di acido lattico mentre contemporaneamente il consumo di ossigeno va ancora aumentando. A parte questa divergenza di opinioni, è da stabilire sin d'ora che il valore massimo di **consumo di ossigeno al minuto** è una delle misure fondamentali per stabilire la efficienza fisica di un'atleta.

Da quanto precede risulta che qualunque sia l'entità del lavoro eseguito vi è sempre l'acquisizione di un debito di  $O^2$  che verrà più o meno parzialmente coperto durante il lavoro stesso (come nel caso di lavori molto leggeri, nel corso dei quali il soggetto oltre a coprire il fabbisogno paghi il debito contratto all'inizio del lavoro), e che verrà saldato dopo il termine del lavoro. Questo pagamento del debito a lavoro terminato, rappresenta il complesso dei processi di ristoro che man mano che

trascorre il tempo del momento del termine si vanno a poco a poco smorzando sino a che tutti i progressi di reazione che l'organismo aveva posto in atto per eseguire il lavoro si sono spenti.

Come di tutti i fenomeni anche di quelli del ristoro è possibile fornire una rappresentazione grafica: lo studio analitico della curva che rappresenta l'andamento del ristoro ha dimostrato che essa è la risultante di quattro curve corrispondenti ognuna a un fattore diverso:

a) *il consumo di  $O_2$  di riposo che si mantiene costante;*

b) *l'ossigeno destinato al pagamento del debito lattacido contratto durante il lavoro;*

c) *l'ossigeno destinato al pagamento del debito lattacido contratto durante il lavoro;*

d) *un extra di consumo di  $O_2$  in più di quello di riposo, dovuto all'intervento di fattori nervosi centrali e probabilmente rappresentato da variazioni del tono muscolare generale del soggetto, o da aumento dei processi ossidativi generali.*

Le componenti b) e c) di questa curva hanno importanza prevalente e la loro determinazione nel singolo soggetto rappresenta la terza fase della valutazione delle **capacità di carico** di un soggetto.

E' evidente da quanto esposto che il consumo di ossigeno è stato qui assunto come il processo fondamentale da cui dipende la capacità di lavoro di un soggetto: in effetti nessun lavoro è realizzabile senza un aumento del consumo di  $O_2$  rispetto al consumo di base; nei test di forza o del lavoro anaerobico il consumo di ossigeno non viene considerato solamente perché non determinante la quantità di lavoro che il soggetto può eseguire ma anche in questi test al termine del lavoro segue un ristoro che paga il debito contratto.

Questo consumo di ossigeno è però l'espressione globale di una serie di processi vitali che interessano tutto l'organismo, e relativamente al campo del lavoro muscolare, (quale in effetti va considerata la prestazione atletica) interessano in modo essenziale l'apparato **respiratorio, cardio-circolatorio** e il **sangue**.

In effetti il consumo effettivo di  $O_2$  deriva dalle capacità globali e singole di questi tre apparati, e se pur rappresenta il valore utile che è necessario conoscere ai fini di una valutazione globale, per una indagine più precisa del perché un atleta raggiunga livelli di prestazione maggiori di un altro si devono esaminare

uno per uno i tre apparati elencati, pur sempre ricordando come i loro meccanismi si intersechino in modo tale che è difficile individuare test puri che non risentano sia pure limitatamente della influenza di un apparato diverso da quello posto sotto indagine.

Estratto dalle dispense del professor V. Wyss, titolare di « Metodologia della valutazione attitudinale atletica » alla Scuola Centrale dello Sport.