

Zeitschrift: Macolin : mensile della Scuola federale dello sport di Macolin e di Gioventù + Sport

Herausgeber: Scuola federale dello sport di Macolin

Band: 46 (1989)

Heft: 10

Artikel: Dall'euforia alla crisi di fiducia nei confronti della "soglia anaerobica"

Autor: Bueno, Manuel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-999864>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dall'euforia alla crisi di fiducia nei confronti della «soglia anaerobica»

di Manuel Bueno

Nato a Saragossa nel 1927, Manuel Bueno è un personaggio assai conosciuto a Ginevra per le sue qualità di allenatore di atletica leggera. Egli è apprezzato soprattutto per le sue approfondite conoscenze nell'ambito della fisiologia dello sport. Una delle sue preoccupazioni maggiori è di mettere in pratica, con i suoi collaboratori, le scoperte scientifiche degli specialisti. I suoi consigli sono dunque seguiti con attenzione sia dagli sportivi sia dagli specialisti di laboratorio. In questo articolo, Manuel Bueno, raggiunta ...la soglia anaerobica, prende il fiato e si concede una riflessione sull'argomento. (red.)

Introduzione

Da una ventina d'anni, la nozione di «soglia anaerobica» sembra essere il parametro chiave per definire la capacità di un individuo di mantenere un esercizio d'intensità submassimale. Tuttavia, negli ultimi anni si assiste a una fase di ridimensionamento in materia. La «soglia anaerobica» è divenuto un tema che suscita anche polemica; le critiche abbondano nella letteratura specializzata. Questo articolo si propone un altro obiettivo: dopo aver riassunto il dibattito, è nostra intenzione assicurare gli allenatori, sovente disorientati da interpretazioni di test poco chiari o da risultati divergenti, e nel contempo ricordare loro che, accanto a verità dette assolute, che provengono dalla scienza, vi è una verità «relativa» più interessante ma che necessita di un operato prudente.

Definizione

La «soglia anaerobica» è definita come il livello d'intensità di un esercizio a partire dal quale i bisogni energetici non possono più essere coperti esclusivamente con il metabolismo aerobico, e come l'intensità «critica» oltre alla quale un livello stabile di acido lattico, non può più essere mantenuto. Espresso nella percentuale di Max VO_2 , il livello della «soglia» varia da individuo a individuo. È stato verificato che grazie all'allenamento, il livello può essere migliorato in modo maggiore rispetto a quello del $\text{VO}_2 \text{ Max}$, anche se queste due variabili non sono totalmente indipendenti (di Prampero, 1987).

I metodi

I problemi che concernono la «soglia anaerobica» sono numerosi e com-

plexi, come ogni metodo suscettibile di determinare l'intensità critica di un esercizio che provoca l'interruzione della linearità di dati fisiologici o biologici durante uno sforzo progressivo. I metodi maggiormente utilizzati sono i seguenti:

- il metodo «ventilatorio» (fig. 1, curva 1 e 2) basato su parametri respiratori (Wasserman, 1964);
- il metodo «lattacido» (curva 4) preferito particolarmente dalla scuola tedesca;
- il metodo «Conconi» che prende in considerazione la frequenza cardiaca (curva 3).

Se la nozione di «soglia» fosse completamente chiara, i punti di rottura della linearità dovrebbero coincidere indipendentemente dal metodo utilizzato (vedi esempio ideale presentato nella fig. 1). In realtà ciò non si verifica in ogni caso: non solamente i dati divergono, ma, spesso, gli autori si contraddicono.

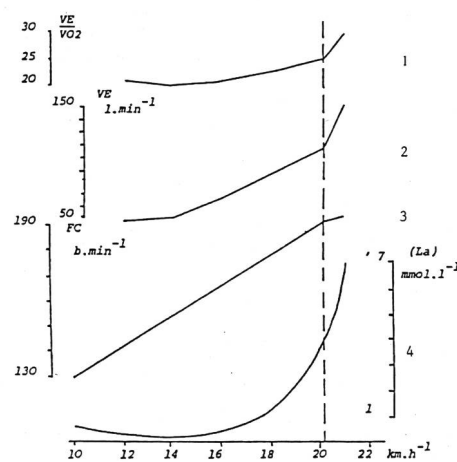


Fig. 1
In funzione della velocità sull'ascissa sono stati tracciati: evoluzione dei lattati (La), frequenza cardiaca (FC), debito ventilatorio (VE) e equivalente respiratorio dell'ossigeno ($\frac{VE}{VO_2}$) (E. Jousselein, AEFA 94, 1986)

La scuola tedesca (soglia «lattica») offre differenti modalità (fig. 2) a dipendenza se l'intensità critica sia definita:

- da un valore di acido lattico fisso uguale a 4 mmol/l (Mader, 1976);
- da un punto fisso d'inclinazione della curva lattato-intensità, la cui tangente è uguale a 51° (Keul, 1979) o a 45° (Simon, 1981);
- da un punto di questa curva determinato in funzione della cinetica totale dell'acido lattico, visto che, contrariamente ai casi precedenti, si continua a analizzare il tasso di lattato dopo lo sforzo, durante la fase di ricupero. Dato che questo punto varia da soggetto a soggetto, questo procedimento è conosciuto con il nome di metodo «di soglia individuale» (Stegmann, 1981).

Difficoltà

Il metodo «ventilatorio» presenta alcune difficoltà quando si vogliono utilizzare parametri spirometrici nella

Precisazioni terminologiche

Al fine di facilitare la comprensione di questo interessante articolo presentiamo la definizione delle espressioni più importanti. (N.B.)

Soglia anaerobica: intensità di lavoro a partire dalla quale il contributo del metabolismo anaerobico alla fornitura d'energia aumenta rapidamente.

Acido lattico: prodotto finale della glicosi anaerobica. Prodotto nel corpo all'inizio del lavoro così come durante un lavoro intenso; chiamato anche «lattato».

In condizioni di riposo il sangue ne contiene da 4 a 10 mg per 100 ml; durante il lavoro muscolare molto intenso si possono constatare che vanno fino a 150 mg per 100 ml di sangue. L'acido lattico provoca un'acidosi metabolica e una diminuzione della capacità di prestazione. È trasformato in glicogeno, bruciato come fonte d'energia (muscolo cardiaco, reni) o eliminato con il sudore e l'urina.

$\text{VO}_2 \text{ max}$: massimo consumo di ossigeno.

Massima quantità di ossigeno che un individuo utilizza, nell'unità di tempo, per produrre energia.

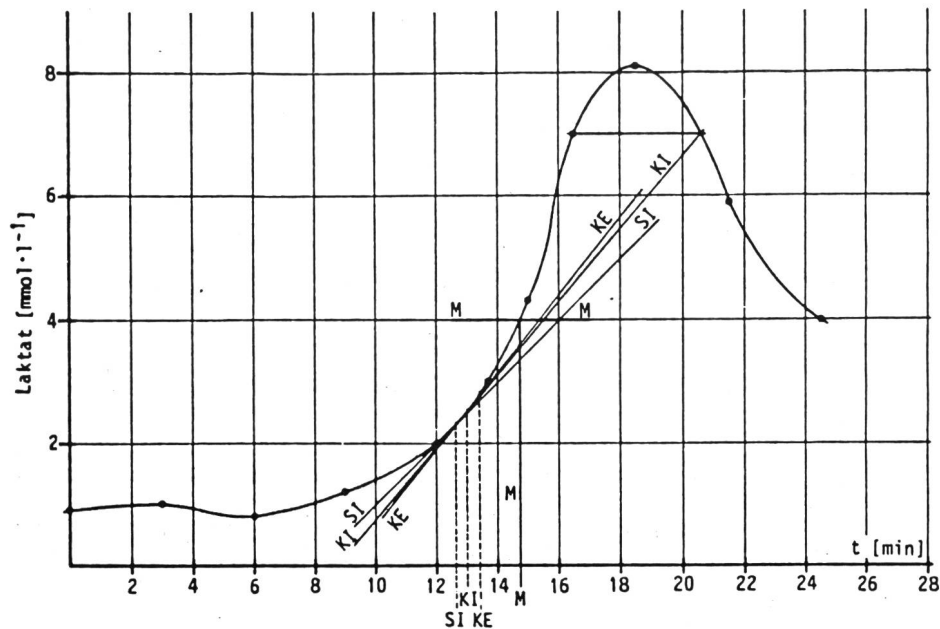


Fig. 2
 Determinazione della soglia lattica secondo i vari metodi
 M: Mader (4 mmol/l)
 KE: Keul (tangente a 51 gradi sulla curva lattato-intensità)
 SI: Simon (tangente a 45 gradi)
 KI: Kindermann-Stegmann (soglia individuale) e (Hedtkamp, 1984)

pianificazione dell'allenamento. Il metodo più semplice da applicare è quello di «Conconi» anche se molti sono convinti che il metodo più preciso resta quello «lattacido». La stima della velocità di corsa derivata dalla soglia a 4 mmol/l non è sempre soddisfacente. Infatti essa non permette di ottenere un valore stabile del tasso di acido lattico (Stegmann, 1982). In questo caso, la soglia sembra situarsi a un livello troppo elevato per degli atleti allenati (i maratoneti in particolare) mentre si trova ad un livello troppo basso per soggetti sedentari (Kindermann, 1984; Hedtkamp, 1984; Simon, 1984; Marti, 1985).

Per essere perfettamente significativa, una diagnosi di prestazione in laboratorio richiede un metodo di misura preciso e specifico; ciò significa che l'ergometro deve essere adattato il più possibile alla specialità dell'atleta (tappeto scorrevole per i podisti, ad esempio). La natura dell'esercizio ha un'incidenza sul risultato del test: il livello della «soglia» s'abbassa quando il test viene eseguito sull'ergociclo invece che sul tappeto scorrevole. Inoltre la diversità dei metodi di misura e la variabilità dei risultati ottenuti aumentano la confusione. Quando si tratta di metodi di misura di tipo triangolare su un tappeto scorrevole o in altri termini, quando gli esercizi sono eseguiti per gradi di intensità, la curva grado lattacido-potenza varia in funzione del carico iniziale, della durata, del livello di intensità (maggiore la durata, minore il livello della «soglia»),

delle pause intermedie, della pendenza, ecc. (Heck, 1985).

Se a questa mancanza di standardizzazione dei procedimenti tecnici si aggiunge la diversità del materiale utilizzato (bisogna sapere che le caratteristiche meccaniche del tappeto scorrevole modificano il valore della «soglia» e impediscono di paragonare i risultati provenienti da differenti istituti (Heck, 1984) e la difficoltà di passare dal laboratorio alla pratica, si può comprendere l'esitazione nell'accordare un'affidabilità definitiva a questi test.

Una stima rigorosa dell'acido lattico totale dell'organismo e della sua cinetica è estremamente difficile. La complessità di tutti questi fenomeni è messa in evidenza dalle difficoltà di concentrazione lattacida osservata nei muscoli, nel sangue venoso e in quello arterioso (Yoshida, 1982; Rieu, 1986; Duvallet, 1987). Un modello matematico complicato («Modello a due compartimenti», Zouloumian, 1981) è stato proposto per risolvere questo problema.

Un caso interessante è rappresentato dalle alterazioni della concentrazione intramuscolare del glicogeno. Dopo un regime povero di glucidici o in uno stato di ipoglicemia (fatica o sovraccarico di allenamento), la dissociazione fra la soglia «ventilatoria» e quella «lattacida» può accentuarsi e alterare la forma della curva dell'acido lattico e deviarla verso destra (ciò vale anche per il metodo di Conconi).

Normalmente si tende ad interpretare

questo fenomeno come un fattore che esprime un miglioramento della capacità di prestazione, anche se, in questo caso, esso equivale a un segnale d'allarme visto che esiste il rischio di sopravvalutarla e di suggerire velocità d'allenamento totalmente inadatte al suo stato reale (Busse, 1986; Braumann, 1987, Lehnertz, 1988; «Leichtathletik», numeri 38, 41, 47/1987).

La concentrazione dell'acido lattico nel sangue non dipende solamente dall'intensità dello sforzo ma anche dalla sua durata. Questo tasso non ha lo stesso significato dopo 30 sec. o dopo 10 min. Inoltre se lo si misura nell'uno o nell'altro dei due momenti, non si sa cosa è successo nel corso dell'esercizio (di Prampero, 1986).

Questo ci spinge a riconsiderare i problemi di fondo che si pongono e che non sono ancora chiari: i rapporti esistenti fra il tasso lattacido e l'anaerobica non sono così diretti come si potrebbe pensare; la ripartizione dell'acido lattico fra la cellula muscolare e il tessuto extracellulare; il significato del tasso di acido lattico, il quale rappresenta solamente l'equilibrio istantaneo fra i processi responsabili dell'apparizione di questo prodotto del metabolismo nel sangue o della sua eliminazione (Brooks, 1985; Rieu, 1986, Rusko, 1986).

Gli aspetti biochimici legati al metabolismo dell'acido lattico sono molto complessi. Allo stato attuale delle conoscenze, è assai difficile spiegare nei particolari i fenomeni che si presentano in questo ambito (Poortmans, 1986).

Le misurazioni di sforzi brevi e ripetuti, i cui effetti biologici si sommano, permettono di determinare l'attitudine di un atleta a realizzare uno sforzo di lunga durata? Troppe incertezze sussistono per poterlo affermare con sicurezza.

Tendenze attuali

La letteratura recente sottolinea il valore della soglia individuale, più fedele nello stabilire un quadro di prestazione e, di conseguenza, una struttura d'allenamento più sicura (Stegmann, 1981; Kindermann, 1984; Hedtkamp, 1984; Simon, 1984; Marti, 1985). Gli stessi autori sono dell'opinione che la designazione della «soglia» a 4 mmol/l può condurre a una falsa valutazione della capacità aerobica del soggetto in quanto questa può essere sia sopravvalutata sia sottovalutata.

La fig. 3 illustra i risultati di un test di sforzo continuo diviso in due parti e realizzato con lo stesso gruppo di soggetti. Nel primo caso, lo sforzo

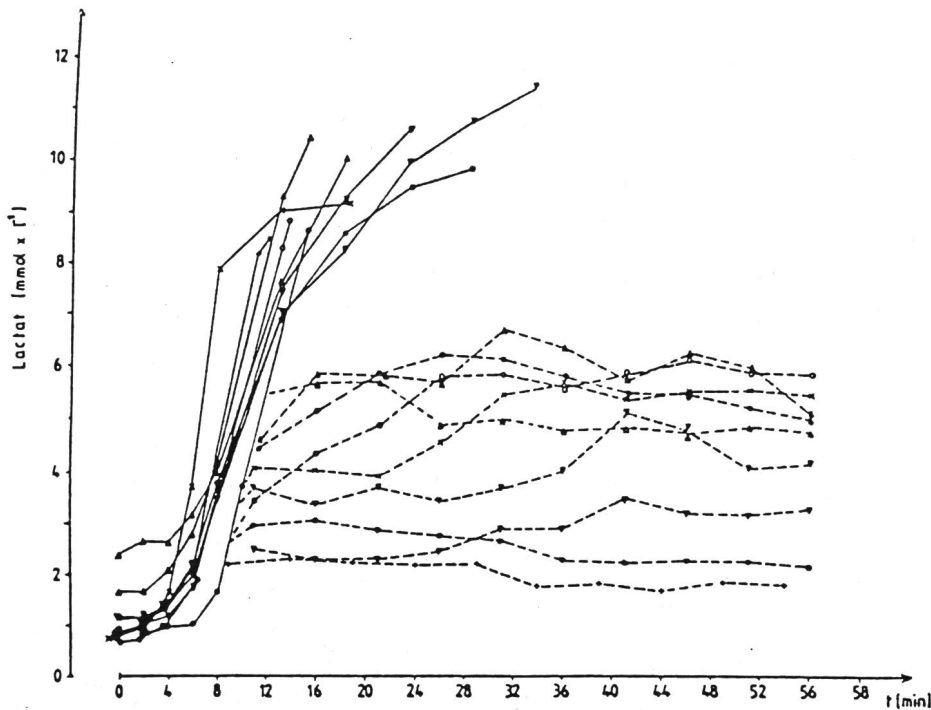


Fig. 3
Test effettuato su vogatori
- Linea continua: soglia a 4 mmol/l
- Linea tratteggiata: soglia individuale di Stegmann (Stegmann, 1982)

adattato al livello della «soglia individuale» è stato protratto senza difficoltà per 50 min.; nel secondo caso, la sforzo, adattato al livello di 4 mmol/l è stato interrotto, in quanto non si è raggiunto un livello stabile di acido lattico (Stegmann, 1982). È assolutamente indispensabile completare i tests di laboratorio con dei «test sul campo». Questi sono più specifici e forniscono indicazioni più precise per la strutturazione dell'allenamento. Essi presentano l'inconveniente di essere difficilmente ripetibili nelle stesse condizioni e dunque di essere difficilmente «standardizzabili».

Contrariamente a ciò che succede in laboratorio, sul campo, la «costante» è la distanza mentre la «variabile» è il tempo, il quale diminuisce progressivamente a 4, 5 o 6 riprese, da una ripetizione all'altra (Schwabberger, 1984; Föhrenbach, 1984; Szögy, 1986; Schmid, 1984; Jakob, 1988). Il test sul campo detto «a due velocità» (Mader, 1980) può essere utilizzato sia per stabilire un quadro di prestazione sia per controllare l'allenamento.

Il livello stabile dell'acido lattico

Fino ad ora ci siamo riferiti ai test di laboratorio con metodi di sforzo triangolari (esercizi brevi e ripetuti di una durata dai 3 ai 4 min.). Questo metodo lascia dei dubbi sulla sua affidabilità

nel determinare l'attitudine di un individuo a sostenere uno sforzo isolato.

Attualmente, una corrente di esperti tende a preferire un approccio «a regime stazionario», un approccio consistente a determinare l'intensità massima costante di uno sforzo che permette di mantenere il tasso di acido lattico a un livello stabile (Pinto Ribeiro, 1986; di Prampero, 1986; Chassain, 1986; Antonini, 1987). Per questo si utilizza una prova detta «rettangolare» su tappeti scorrevoli ad intensità crescente (ad esempio: 70, 80 e 90% del VO_2 max); la durata dello

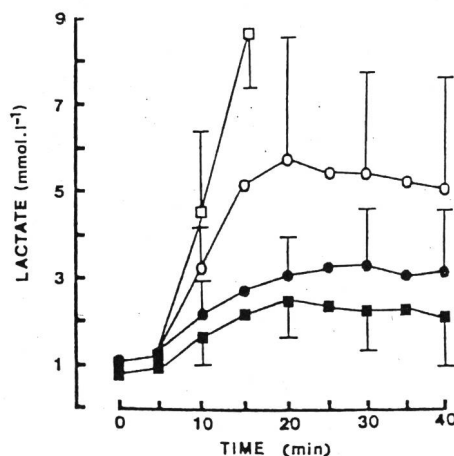


Fig. 4
Misura del tasso di lattato sullo stesso soggetto a quattro differenti intensità di sforzo. (Pinto Ribeiro, 1986)

sforzo si situa ad ogni grado di intensità fra i 10 e i 40 min. (a seconda degli autori) con un tempo di recupero dai 30 ai 40 min. Quando l'intensità dello sforzo è superiore a quello che indica il punto critico, l'aumento del tasso di acido lattico conduce all'interruzione del test (fig. 4).

L'intensità dello sforzo, che indica il punto critico dove il tasso di acido lattico resta costante con il tempo, a livelli più o meno elevati, differisce da un organismo all'altro. Questa intensità è dunque individuale. Alcuni autori la situano al livello della «soglia anaerobica» (Rusko, 1986), altri al 70/80% del VO_2 max (Rieu, 1986; Antonini, 1987) con valori molto variabili del tasso di acido lattico oscillante fra 1,8 e 6,1 mmol/l per Stegmann (1982) fino a 10 mmol/l per di Prampero (1987). Per quest'ultimo, una situazione nella quale produzione ed eliminazione del lattato sono in equilibrio, è interamente aerobica sul piano dell'organismo, indipendentemente dalla concentrazione di lattato in valore assoluto.

Considerando che la cinetica del lattato è di difficile interpretazione, potremmo accettare il concetto di tasso di acido lattico massimale allo stato stabile come indicatore della capacità aerobica di un soggetto, senza pregiudicare il valore effettivo di questo tasso di lattato? Nessun studio lo prova (Rieu, 1986).

Il metodo «Conconi»

Se la soglia respiratoria domanda per la sua determinazione uno spirometro, la soglia lattacida domanda un laboratorio biochimico. Tutto questo è complicato e costoso. Il metodo «Conconi» rappresenta una soluzione semplice che ha il vantaggio di poter essere utilizzata dagli allenatori e dagli atleti. Tuttavia questa semplicità è solamente apparente. Infatti si è constatato che essa è spesso soggetta a false interpretazioni dovute a una mancanza di rigore e di precisione nella sua applicazione. Questo metodo ha anche alcuni critici (Pinto Ribeiro, 1985; Jakob, 1986; Léger, 1987; Kindermann, 1987; Uhrhousen, 1988). Le principali critiche sono la mancanza di affidabilità, l'assenza in certi casi di un vero punto di riflessione e la difficoltà nell'adattare la velocità di corsa a livelli di progressione alle esigenze del protocollo. Ho personalmente risolto quest'ultimo problema in un modo relativamente semplice: l'atleta porta, in una tasca speciale, un miniordinatore commerciale, programmato per produrre dei «bips» al ritmo che esige il protocollo; delle bandierine sistemate ogni 25 metri,

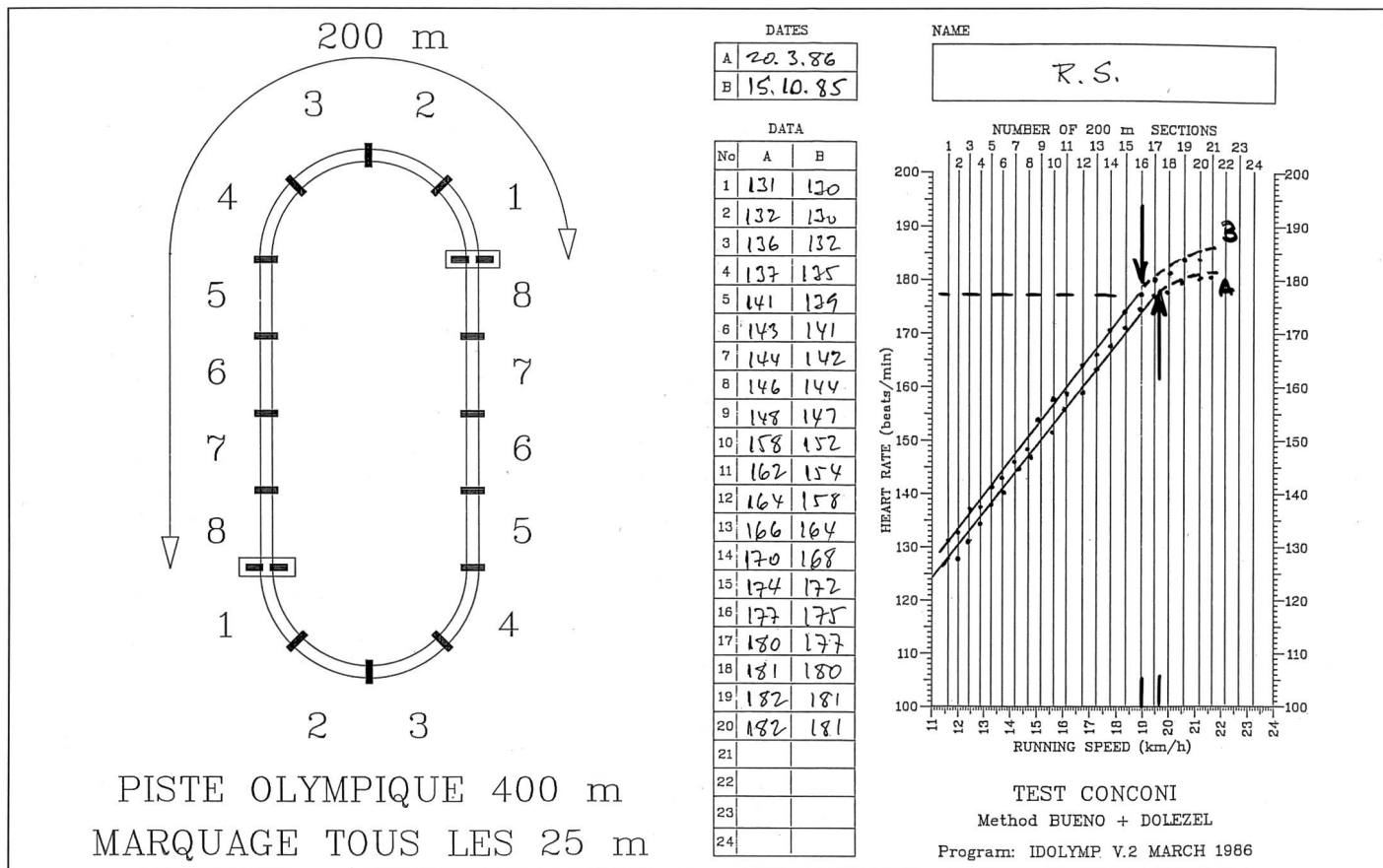


Fig. 5

attorno alla pista, fungono da punti di rilevazione (fig. 5).

Collaborazione

L'analisi dei risultati dei test fisiologici e l'orientamento da dare all'allenamento richiedono una collaborazione stretta fra il medico e l'allenatore. La collaborazione è proficua solamente se la competenza del primo in materia d'allenamento è sufficiente per giudicare il lavoro effettuato dall'atleta sul terreno, e se il secondo ha delle conoscenze solide in fisiologia dello sforzo. Nella relazione «medico-allenatore-atleta», ciascuno ha un ruolo ben preciso. Non bisogna dimenticare che l'atleta ha delle «sensazioni» e colui che dirige la sua preparazione delle «intuizioni» che appartengono solamente a loro ma che non devono essere sottovalutate.

Discussione

L'aspetto più affascinante della «soglia» è la sua correlazione con il livello di prestazione del podista, correlazione tanto più forte quanto più elevata è la distanza, come ad esempio è il caso della maratona (Gaisl, 1980; Davis, 1985; Tanaka, 1986; Rieder, 1986; Yoshida, 1987; di Prampero, 1987). Tuttavia nel corso degli ultimi anni si è

prodotta una corrente di discussione accompagnata da una mancanza d'interesse crescente da parte degli allenatori e atleti. Le difficoltà metodologiche già menzionate, l'interpretazione scorretta dei risultati e i metodi di misurazione imprecisi hanno contribuito a livelli diversi a creare un clima d'insicurezza (Busse, 1987). Bisogna ammettere che la nozione di «soglia» non è irrefutabile, visto che sussistono ancora troppe incertezze per poter accordargli un significato fisiologico certo (Rieu, 1986). Anche prendendo le dovute precauzioni, vi sono molte fonti d'errore possibili nel corso delle operazioni implicate nel modo di procedere utilizzato (Lehnertz, 1988). Se una «soglia» è mal calcolata in seguito a un errore di misurazione, l'intensità d'allenamento prescritta sarà sbagliata con tutti i rischi che ciò comporta (rischio di «bruciare» un atleta).

Se si utilizza il metodo «lattacido», si possono ottenere differenze che vanno fino a 2 mmol/l alla soglia, secondo il modo scelto, come lo mostra la fig. 2 (Hedtkamp, 1984; Simon, 1985; Heck, 1985).

Il metodo «Conconi» non richiede un laboratorio biochimico. Esso è, di regola, alla portata di ogni allenatore che ha sufficientemente assimilato la sua tecnica e che conosce le condizioni del protocollo; questo evita ogni

tipo di irregolarità nella relazione «frequenza cardiaca-velocità di corsa», ad esempio in presenza del vento. In generale si ammette che, in caso di svolgimento corretto, questo test è ideale particolarmente per la corsa a piedi. La sua applicazione è meno evidente nelle altre discipline sportive (Howald, 1986). Ma, il metodo «Conconi» suscita sempre delle polemiche a livello scientifico nel momento in cui si ricerca le ragioni del comportamento della frequenza cardiaca al punto di flessione o i rapporti fra questa frequenza e il metabolismo anaerobico (Cerretelli, 1986).

Conclusione

Redigendo questo articolo non ho voluto tentare un processo alla «soglia anaerobica», ma, sottolineando la fragilità e i limiti dei metodi a disposizione, ho cercato di sdrammatizzare un soggetto propizio alla polemica. Il concetto di «soglia» non è un dogma. Ciò che si ricollega alla «soglia» non ha niente di imperativo, ma può dare preziose «indicazioni». Malgrado le fonti di errore ad essa legate e le incertezze che sussistono per ciò che concerne il suo vero significato fisiologico, la «soglia», indipendentemente dalla modalità ritenuta per determinarla, ma a condizione che sia a partire da un buon livello di standardizza-

zione, è utile — vedi importante — per valutare l'attitudine di un soggetto nei confronti di sforzi prolungati. Soggetta a una interpretazione prudente e ripetuta nel contesto di un esame medico regolare, la «soglia», può, sul piano pratico, costituire un interessante parametro per la pianificazione dell'allenamento, soprattutto quando è accompagnata da test complementari sul terreno. In conclusione riprendo un pensiero che, a mio modo di vedere, riveste una grande importanza: l'utilità di conoscere o di situare il livello di «soglia anaerobica» è ammessa solamente a condizione di non dimenticare che si limita esclusivamente all'aiuto che può dare per determinare la qualità dell'allenamento di resistenza aerobica e che non dà nessuna informazione sulla «qualità» (volume) del lavoro che può sopportare un atleta. Questo è in stretta relazione con le nozioni di fatica e di rigenerazione legate a sforzi fisici intensi. Questo aspetto è stato trattato abbondantemente nella letteratura recente e riflette l'orientamento preso deliberatamente dai lavori di ricerca che tentano di scoprire, nell'ambito della biologia, gli «indicatori della fatica». Si tratta di un punto importante in quanto, anche se tutte le scuole di preparazione alla corsa a piedi si assomigliano e utilizzano più o meno gli stessi metodi, si è coscienti del fatto che non è necessariamente l'atleta più allenato che conosce il successo, ma colui che recupera «meglio». □

Bibliografia:

- Antonini M.T./Billat V./Blanc P./Chassain A.P./Dalmy F./Menier R./Virot P.: Comparaison de la lactatémie en régime transitoire et en régime stationnaire d'exercice musculaire. *Science et Sports*, 2 (1987), 41-44.
- Brooks G.A.: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1 (1985) 22-31.
- Braumann K.M./Busse M./Maassen N.: Zur Interpretation von Laktat-Leistungskurven. *Leistungssport* 4 (1987) 35-38.
- Busse M./Maassen N./Böning D.: Die Leistungslaktatkurve, Kriterium der aeroben Kapazität oder Indiz für das Muskelglykogen? *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel*, 1986.
- Busse M./Maassen N./Braumann M./Konig T.: Neuorientierung in der Laktatdiagnostik: Laktat als Glykogenindikator, *Leistungssport* 5 (1987) 33-37.
- Cerretelli P.: Vle Séminaire de bioénergétique: La zone de transition aérobie-anaérobie, Paris, 1986, 40.
- Chassain A.P.: Méthode d'appréciation objective de la tolérance de l'organisme à l'effort: application à la mesure des puissances critiques de la fréquence cardiaque et de la lactatémie. *Science et Sports*, 1 (1986) 41-48.
- Conconi F./Ferrari M./Ziglio P.G./Droghetti P./Codega L.: Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *J. appl. Physiol.* 52 (1982), 4, 869-873.
- Davis J.A.: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1 (1985) 6-18.
- di Prampero P.E.: The anaerobic threshold concept: a critical evaluation. *Adv. Cardiol.* (Karger Basel) 35 (1986) 24-34.
- di Prampero P.E.: Rapport entre seuil et performance. Analyse critique. Vle Séminaire de bioénergétique, Paris (1986).
- Duvallet A./Ferry A./Thieulart J.C./Verdier J.C./Rieu M.: Cinétique du lactate sanguin veineux et artériolisé au cours d'épreuves triangulaires avec et sans période de récupération entre les paliers. *Science et Sports*, 2 (1987) 49-50.
- Föhrenbach R./Mader A./Liesen H./Heck H./Vellaje E./Hollmann W.: Marathonläuferinnen und -läufer mittels leistungsdiagnostischer Feldtestuntersuchungen, *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin*, 1984.
- Gaisl G./König H./Pessenhofer H./Schwaberg G.: Die Trainingsoptimierung im Mittel- und Langstreckenlauf mit Hilfe der Bestimmung des aerob-anaeroben Schwellenbereiches, *Dtsch. Z. Sportmed.* 5 (1980), 131-140.
- Heck H./Hollmann W.: Methodische Probleme der Leistungsdiagnostik im Labor. *Schweiz. Z. Sportmed.* 32 (1984) 78-84.
- Heck H./Hollmann W.: Zur Standardisierung der Laufbandergometrie, *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.
- Heck H./Mader A./Hess G./Mücke S./Müller R./Hollmann W.: Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985) 117-130.
- Hedtkamp M./Götte M./Zipf K.E.: Bestimmung verschiedener aerob-anaeroben Schwellen und ihre Überprüfung im Dauertest, durchgeführt an 16 Mittel- und Langstreckenläufern und 10 Langstreckenläuferinnen. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.
- Howald H.: Méthodes de mesure indirecte. Vle Séminaire de bioénergétique, Paris (1986).
- Jakob E./Berlis M./Huber G./Glittenberg K./Keul J.: Die Bestimmung der anaeroben Schwelle mittels des Conconi-Test in Labor- und Feldversuchen. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.
- Jakob E./Arratibel I./Stockhausen W./Huber G./Keul J.: Die Herzfrequenz als Kenngröße der Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung. *Leistungssport* 5 (1985) 23-25.
- Keul J./Simon G./Berg A./Dickhuth H.H./Goertler I./Kübel R.: Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. *Dtsch. Z. Sportmed.* 7 (1979) 212-217.
- Kindermann W.: Laufbandergometrie zur Leistungsdiagnostik im Spitzensport. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.
- Kindermann W.: Problemfelder im internistisch-leistungsphysiologischen Bereich sportmedizinischer Betreuung. *Die Lehre der Leichtathletik* 24 (1987).
- Léger L./Tokmakidis S.: Validité externe de la méthode Conconi pour déterminer le seuil anaérobie en fonction de la fréquence cardiaque lors d'efforts triangulaires. *Science et Sports*, 2(1987) 309-310.
- Lehnertz K./Martin D.: Probleme des Schwellenkonzeptes bei der Trainingssteuerung im Ausdauerbereich. *Leistungssport*, 4 (1988), 5-12.
- Mader A./Liesen H./Heck H./Philippi H./Schürch P.M./Hollmann W.: Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. *Sportarzt. Sportmed.* 4, 5 (1976), 80-88, 109-112.
- Mader A./Madsen O./Hollmann W.: Zur Bedeutung der Laktaziden Energiebereitstellung für Trainings- und Wettkampfleistungen im Sportschwimmen. *Leistungssport*, 4 (1980), 263-279.
- Marti B./Abelin T./Howald H.: Maximale aerobe Kapazität und anaerobe Schwelle bei 16-km-Volksläufern. *Schweiz. Z. Sportmed.* 2 (1985), 41-46.
- Pinto Ribeiro J./Fielding R.A./Hugues V./Black A./Bochese M.A./Knuttgén H.J.: Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985) 220-224.
- Pinto Ribeiro J./Hugues V./Fielding R.A./Holden W./Evans W./Knuttgén H.J.: Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate threshold. *Eur. J. Physiol.* (1986) 55:215-221.
- Poortmans J.: Signification de la lactatémie: aspects biochimiques fondamentaux. Vle Séminaire de bioénergétique. Paris 1986.
- Rieder R./Weiler B./Kindermann W.: Beziehung zwischen Marathonzeit und Laufgeschwindigkeit der anaeroben Schwelle, *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.
- Rieu M.: Le concept de seuil: les définitions et les méthodes de mesure directe. Vle Séminaire de bioénergétique. Paris 1986.
- Rieu M.: Lactatémie et exercice musculaire. Signification et analyse critique du concept de seuil aérobie-anaérobie. *Science et Sports* 1 (1986) 1-23.
- Rieu M./Miladi J./Ferry A./Jebabli A./Duvallet A.: Epreuves d'effort triangulaires et rectangulaires: étude comparée de la lactatémie. *Science et Sports*, 2 (1987) 51-52.
- Rusko H./Luhtanen P./Rahkila P./Viitasalo J./Rehunen S./Härkönen M.: Muscle metabolism, blood lactate and oxygen uptake in steady state exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1986) 55: 181-186.
- Schmid P./Berg A./Lehmann M./Huber G./Jakob E./Schwaberg G./Keul J.: Feldtest zur sportartspezifischen Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit. *Leistungssport*, 4 (1984) 15-17.
- Schwaberg G./Pessenhofer H./Schmid P./Sauseng N./König H./Konrad H./Tschetschounik R./Frisch Ch./Keul J.: Vergleichende Labor- und Felduntersuchungen zur trainingsbegleitenden Leistungsdiagnostik bei Mittelstreckenläufern und Schwimmern. *Leistungssport* 4 (1984) 24-31.
- Simon G./Berg A./Dickhuth H./Simon A./Keul J.: Bestimmung der anaeroben Schwelle in Abhängigkeit von Alter und von der Leistungsfähigkeit. *Dtsch. Z. Sportmed.* 32 (1981) 7-14.
- Simon G./Haaker R./Jung K./Bockhorst J.: Verhalten von Laktat, Atem- und Blutgasen an der aeroben und anaeroben Schwelle, *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.
- Stegmann H./Kindermann W./Schnabel A.: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.* 2 (1981) 160-165.
- Stegmann H./Kindermann W.: Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol/l lactate. *Int. J. Sports Med.* 3 (1982) 105-110.
- Szögy A.: Sportärztliche Trainingsberatung anhand von aeroben und anaeroben Feldtests. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.
- Tanaka K./Watanabe H./Konishi Y./Mitsuzono R./Sumida S./Tanaka S./Fukada T./Nakadomo F.: Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1986) 55:248-252.
- Urhausen A./Coen B./Kindermann W.: Kritische Anmerkungen zum Conconi-Test in der Trainingssteuerung bei Leistungssportlern. *Die Lehre der Leichtathletik*, Nr. 19 (1988).
- Wasserman K./McIlroy M.B.: Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. J. Cardiol.* 14 (1964) 844.