

# “MEDICINA E FISILOGIA DELL'ALLENAMENTO”

## (3° capitolo - Testo tratto dal sito [www.albanesi.it](http://www.albanesi.it))

### MEDICI E DON ABBONDIO

Attualmente in Italia da parte della classe medica non esiste una cultura della qualità della vita. C'è piuttosto un atteggiamento da terzo mondo in cui l'aspetto più importante della professione medica resta il salvare delle vite umane. Purtroppo molti professionisti (anche validi e affermati da tempo) non comprendono che **il medico in un paese evoluto non serve solo per curare chi stà male, ma anche per far vivere meglio chi stà bene.**

Questa situazione diventa eclatante quando si parla di sport: capita sovente di trovare medici (anche specialisti) che sconsigliano caldamente la pratica dell'attività sportiva a chi ha superato i quaranta, dal neurochirurgo che sostiene che correre fa male alla schiena (solo perché ha fra i suoi pazienti un runner con ernia del disco: piccolo particolare il runner è dieci chili sovrappeso e corre scriteriatamente svariate maratone all'anno) al cardiologo che invita un runner senza nessuna patologia cardiaca a non superare comunque la frequenza cardiaca di 145 battiti al minuto, frequenza calcolata con la preistorica formula dell'80% di (220-età), al medico della mutua che consiglia di non fare più di tre o quattro chilometri a chi corre da "solo" un anno.

Il quadro si aggrava ulteriormente quando si tratta di medici sportivi: troppi atleti over 40 sono stati disincentivati a continuare nella pratica dello sport da medici sportivi che non sanno prendersi le proprie responsabilità. Ogni volta che incontrano in un over 40 un'extrasistole (fenomeno di per sé non patologico), un soffio cardiaco, tracce di sangue nelle urine, anziché andare a fondo della cosa, preferiscono la soluzione più facile: "lei è una persona perfettamente normale, ma è meglio che non faccia sport o perlomeno non quello agonistico". È chiaro che di fronte a un atleta di vent'anni, magari con notevoli prospettive, non ragionerebbero così e andrebbero a fondo della situazione, salvo scoprire nella stragrande maggioranza dei casi che non c'è nulla di patologico. La colpa di questi medici è duplice perché disincentivando allo sport non fanno altro che dirigere il soggetto verso fattori veri di rischio come l'obesità, l'aumento del colesterolo e dei trigliceridi. La morale deve essere dunque questa: è vero che, come diceva Don Abbondio, se uno il coraggio non ce l'ha non può darselo, ma se uno fa il medico sportivo e non ha coraggio, beh, forse sarebbe stato meglio se avesse scelto un'altra professione.

Per concludere (come emerge dall'articolo La morte da sport) il messaggio è che **in un atleta sano il rischio da sport è indipendente dall'età**; ovviamente non si deve considerare sano un atleta i cui trigliceridi sono a 300 o il cui fattore di rischio del colesterolo è 6!, ma questo molti medici sportivi non lo considerano ...

### LIBERO E LO SPORT "CATTIVO"

È comparso su Libero (a firma di Nico Petrelli) un articolo dal titolo: Attenti atleti, lo sport fa male alla salute. Cattiva informazione o reale pericolo? L'articolo si riferisce a un comunicato riportato all'agenzia EurekAlert che a sua volta cita studi norvegesi che sembrerebbero confermare che maratoneti, sciatori di fondo e nuotatori soffrono in percentuale maggiore (tre volte) rispetto ai sedentari di problemi ai polmoni.

Non so dove stia l'errore (se nella fonte originaria o nell'interpretazione di Libero): gli studi norvegesi sono corretti, ma vanno letti in tutt'altro modo. Vediamo gli errori logici di lettura.

**Il campione di confronto** - Innanzitutto negli studi originari vengono comparati campioni omogenei e differenziati solo nell'aspetto vita sportiva-vita sedentaria. Praticamente dal confronto vengono esclusi tutti coloro che sono già a rischio per le affezioni polmonari (fumatori, lavoratori di polveri ecc.).

È ovvio che un fumatore è decisamente più a rischio di un maratoneta che si allena al Polo nord. Questo è ovvio, ma dall'articolo non è affatto chiaro. Quando si fa una seria comparazione scientifica fra due campioni perché il tutto sia significativo deve variare un solo parametro e quindi spesso non si tratta di **A** contro **(tutto il mondo)-A**, ma di **A** e di **(tutto il mondo che differisce da A solo per B)**: il secondo campione può essere tanto ridotto da rendere molto meno interessanti i risultati dell'analisi. È

il nostro caso perché il campione di confronto è composto da persone sedentarie che vivono una vita veramente molto sana eccezion fatta per la pratica sportiva.

**Il campione di partenza** - Anche in questo caso l'articolo ha mancato di spiegare (almeno nel caso dei maratoneti) che lo scopo dello studio non era di dimostrare che lo sport fa male ai polmoni, ma che fare sport in condizioni disagiate per la salute crea problemi: non occorre essere dei premi Nobel per arrivare a dire che non è salutare sciare a -20 °C, nuotare per ore nell'acqua clorata o allenarsi in centro a Milano o nella tundra polare; lo studio norvegese vuole quantificare quanto è dannoso. In altri termini: lavorare in miniera può provocare guai ai polmoni (silicosi), ma non posso titolare: Attenti cittadini, il lavoro fa male ai polmoni!

## INVECCHIAMENTO E PRESTAZIONE SPORTIVA

Mentre l'invecchiamento biologico inizia già a vent'anni è ormai consolidato che l'invecchiamento sportivo può iniziare anche alle soglie dei **quarant'anni**. Questo secondo limite è fissato non dalla biologia, ma dalla constatazione che un atleta può risultare competitivo fino a quarant'anni.

La domanda "**quando un atleta comincia a invecchiare?**", posta all'inizio degli anni Ottanta, avrebbe avuto una risposta diversa (probabilmente trenta o trentacinque anni); il concetto di atleta "vecchio" (o di invecchiamento) è cioè in continua evoluzione. Sostanzialmente oggi si può affermare che: **l'invecchiamento, dal punto di vista atletico, inizia oltre i quarant'anni.**

Perché questa soglia è importante? Perché l'esistenza della sola soglia dei vent'anni rendeva l'invecchiamento come qualcosa di ineluttabile, incontrastabile e definitivo. I progressi nello sport hanno invece dimostrato come ci possano essere notevoli differenze fra individui che hanno seguito un giusto stile di vita e individui che hanno fatto le scelte sbagliate. Molti studi effettuati prima del 1990 arrivavano a conclusioni piuttosto pessimistiche circa la diminuzione della capacità aerobica con l'età (massimo consumo d'ossigeno) e dell'efficienza cardiaca (ricordo la vecchia e superata formula secondo la quale la massima frequenza cardiaca è pari a 220-età; purtroppo tale formula è ancora utilizzata nelle palestre da istruttori di fitness poco aggiornati). In realtà tali studi sono in via di correzione poiché non tenevano nel giusto conto il fatto che:

**gli effetti dell'invecchiamento sono meno sensibili con l'attività sportiva e con l'alimentazione corretta.**

Volendo genericamente tracciare l'andamento della variazione delle funzionalità fisiologiche in funzione dell'età, si può dire che si ha un miglioramento fino ai 30 anni, dopo di che si assiste a un declino. In termini quantitativi, cioè volendo esprimere con numeri le perdite di prestazioni, si vede che l'effetto dell'invecchiamento è diverso a seconda della funzione considerata. Per esempio la **velocità di conduzione degli impulsi nervosi** diminuisce del 15% passando da 30 a 80 anni, mentre la **forza muscolare** decade fino a un massimo del 50% passando da 25 a 80 anni. Ciò rende più complessa la descrizione dell'invecchiamento. L'effetto, in termini quantitativi, è stato studiato in molti lavori di scienziati e fisiologi dello sport. In particolare, sono stati messi in evidenza molti risultati che motivano le perdite di prestazione degli atleti con il passare degli anni.

**Modifiche della composizione corporea** - Dopo i 35 anni di età gli individui, indipendentemente dal sesso, tendono ad aumentare la massa grassa fino a che raggiungono i 60 anni; in seguito la massa corporea totale si riduce. Anche la massa ossea si riduce, portando all'osteoporosi, fenomeno particolarmente allarmante specie nei soggetti femminili.

La perdita di massa muscolare è il principale motivo della perdita di forza massima: nei soggetti sani e attivi, si stima che **l'atrofia muscolare indotta dall'invecchiamento causa una riduzione del 40-50% della forza e delle capacità di contrazione dei muscoli, passando dai 25 agli 80 anni.**

**Modifiche a carico dell'apparato cardiovascolare** - L'invecchiamento ha un effetto notevole sulla capacità di trasportare e utilizzare ossigeno da parte del sistema cardiovascolare. Alcuni studi affermano che:

**il massimo consumo di ossigeno diminuisce di circa 0,4-0,5 mL kg<sup>-1</sup> (circa l'1%) per ogni anno di età dopo i vent'anni.**

Questo dato, molto pessimistico, migliora se si considerano invece gli anziani che praticano attività sportiva, nei quali la riduzione del massimo consumo di ossigeno e quindi delle capacità funzionali di trasporto e di utilizzo dell'ossigeno, è meno marcata. La frequenza cardiaca massima diminuisce con

l'età, mentre non si hanno variazioni sulla frequenza cardiaca basale (a riposo). Diminuisce anche la gittata cardiaca, definita come la quantità di sangue che viene espulsa in un minuto dai ventricoli del cuore, portando a una riduzione della massima potenza aerobica.

- **Modifiche al sistema respiratorio** – L'invecchiamento riduce alcuni indici che contraddistinguono le capacità respiratorie. Tuttavia alcuni studi hanno dimostrato che **soggetti anziani che hanno sempre praticato sport dimostrano valori di funzionalità respiratoria notevolmente superiori rispetto a gruppi di controllo sedentari della stessa età.**
- **Modifiche all'apparato nervoso** – Molti studi hanno cercato di stimare i tempi necessari a compiere movimenti semplici o complessi in vari gruppi di anziani, attivi nello sport o sedentari, confrontando i risultati con soggetti di controllo giovani. Nei soggetti anziani i tempi d'esecuzione si sono rivelati maggiori, ma sorprendentemente per gli anziani che praticavano attività sportiva i tempi di risposta erano migliori rispetto ai giovani sedentari. Inoltre, la pratica sportiva, indipendentemente dall'età, portava a un miglioramento dell'efficienza della funzione nervosa. Quindi, nonostante sia stato rilevato che **gli effetti dell'invecchiamento portano a una perdita del 37% del numero di fibre nervose e riduzione del 10% della velocità di conduzione.**

Molti studi hanno suggerito che mantenere uno stile di vita attivo aiuta a conservare il sistema neuromuscolare anche a livelli paragonabili a soggetti giovani, ma sedentari.

**I dati sperimentali** - La partecipazione di soggetti anziani alle gare di maratona ha consentito di avere un quadro molto più ottimistico della situazione. Per gli amanti della corsa si può esprimere l'invecchiamento dopo i quarant'anni come **il peggioramento di 1"/km ogni anno.** Ciò significa che un runner che a quarant'anni corre i 5000 m in 17'30" a sessant'anni se è invecchiato in modo ottimale può correrli in 19'10". In effetti una buona percentuale di runner migliora addirittura i propri record quando ha più di quarant'anni (come il sottoscritto). Ciò dipende da un miglioramento dell'alimentazione e delle tecniche d'allenamento, ma sicuramente anche dal fatto che possiede uno stile di vita e caratteristiche psicofisiche che minimizzano gli effetti dell'invecchiamento. Purtroppo esistono invece soggetti che dopo i quarant'anni diventano irriconoscibili athleticamente. Ciò dovrebbe far riflettere su quanto sia importante che: **ognuno dopo i 35 anni dovrebbe seguire un piano antiinvecchiamento.**

## È QUESTIONE DI FIATO?

Troppe volte mi è capitato di vedere un runner che prima della gara si inala nel naso un paio di spruzzatine o, a mo' di asmatico, inala dalla bocca un farmaco, presumibilmente un broncodilatatore. Altri invece preferiscono assumere decotti di efedra per "migliorare il fiato". Queste pratiche, oltre a essere vero e proprio doping, non hanno nessun fondamento scientifico. Infatti, contrariamente a quanto pensa la maggior parte dei runner, **non ci sono differenze significative negli indici funzionali respiratori fra atleti di fondo e sedentari.**

Già da tempo si sa che il massimo volume espirato, la capacità polmonare totale o la massima ventilazione volontaria non sono cioè fattori che possano indicare il valore atletico di un soggetto [Mahler, D.A. e al.: Ventilatory responses at rest and during exercise in marathon runners. J. Appl. Physiol, 52-388, 1982]. È ovvio che l'allenamento migliora la risposta ventilatoria e ciò in genere si traduce in un aumento della profondità del respiro e in una diminuzione della frequenza, riducendo il costo energetico della respirazione. Al di là di questo fenomeno automatico (nel senso che viene da sé con l'allenamento), non sembra che esistano tecniche che possano migliorare la situazione: visto che atleti olimpici hanno la stessa capacità polmonare di un impiegato, vuol dire che esistono molti altri fattori (cardiaci, cellulari, energetici) che mandano in crisi il sistema prima che possa diventare importante il fattore polmonare.

# COLESTEROLO HDL E VALUTAZIONE DELL'ALLENAMENTO

Per chi volesse ripassare le informazioni sul colesterolo rimandiamo all'articolo corrispondente.

In questa sede ricordiamo che:

a) il colesterolo è contenuto in diverse lipoproteine che svolgono ruoli differenti: LDL (il colesterolo cattivo, perché le LDL liberano il colesterolo sulle pareti delle arterie, formando placche ateromatose), HDL (quello buono, perché lo asportano dalle cellule portandolo al fegato) e VLDL (la cui funzione è incerta, forse l'utilizzo del colesterolo da parte dei tessuti periferici).

b) il rischio cardiovascolare viene definito come il rapporto fra il colesterolo totale e quello HDL. Deve essere inferiore a 5 nell'uomo e a 4,5 nella donna. La differenza è dovuta al fatto che il colesterolo HDL è mediamente maggiore nella donna che nell'uomo (e quindi il rapporto deve essere minore nella donna).

A prescindere da considerazioni salutistiche, perché si può usare il colesterolo HDL per la valutazione dell'allenamento?

Le lipoproteine HDL passano attraverso varie fasi (cicliche) in cui la loro composizione varia, ma sostanzialmente sono costituite da una parte proteica (apolipoproteine), da colesterolo, da fosfolipidi e da trigliceridi. Poiché le apolipoproteine APO A-I sono la componente più importante delle HDL, sono il marker più preciso della massa totale di HDL circolante. Per uno sportivo il concetto importante è che: **le APO A-I sono incrementate dall'esercizio fisico.**

È questo il motivo per cui il colesterolo HDL aumenta in chi fa attività sportiva. Fin qui niente di eclatante. Analizzando meglio i dati degli sportivi si scopre facilmente che **la variazione di HDL negli sportivi è proporzionale alla quantità di esercizio fisico.**

Cioè:

a) il valore assoluto dell'HDL dipende da un valore basale del soggetto;

b) l'esercizio fisico aumenta tale valore in modo dipendente dalla quantità di esercizio svolto.

Conclusioni ovvie sono:

a) per ridurre l'indice di rischio cardiovascolare conta maggiormente la **quantità** rispetto alla **qualità** degli allenamenti. Ciò spiega perché le discipline di resistenza diminuiscono il rischio cardiovascolare molto di più che quelle di forza.

b) La **variazione di colesterolo HDL** può servire come parametro per valutare se quantitativamente i propri allenamenti sono validi. Molti amatori hanno bassi valori di HDL (inferiori a 50). Analizzando i loro allenamenti si scopre che privilegiano la qualità alla quantità: pochi e tiratissimi allenamenti settimanali oppure allenamenti interrotti sempre a metà a causa di una sovrastima delle proprie possibilità (con conseguente quantità ridotta).

A prescindere da eccezioni individuali (per fare un discorso preciso occorrerebbe conoscere il valore da sedentario, cioè dopo un periodo di almeno 4-6 mesi di stasi sportiva), un **valore di colesterolo HDL inferiore a 65** indica spesso che quantitativamente il proprio allenamento può essere migliorato.

## IL FABBISOGNO ENERGETICO DEGLI SPORT PIÙ COMUNI

I valori riportati sono valori medi per **un'ora** d'attività per un soggetto di **70 kg**. I valori relativi si riferiscono alla **pratica agonistica**. I dati non tengono conto del **dispendio metabolico** (65 calorie circa) durante l'attività, in genere già inserito nel metabolismo basale. Ovviamente si tratta di **valori medi**: un conto è pescare sul greto di un torrente stando per un'ora in piedi e spostandosi continuamente lungo la riva e un conto è starsene un'ora seduti, pescando in uno stagno.

Attività	Calorie
Aerobica	440
Ginnastica	180
Alpinismo	600
Golf	240

Baseball	300
Judo	720
Basket	480
Karatè	720
Biliardo	50
Nuoto	600
Bowling	250
Pallanuoto	720
Boxe	850
Pallavolo	540
Caccia	200
Pesca	120
Calcio	500
Ping pong	180
Canoa	350
Scherma	600
Ciclismo	660
Squash	840
Corsa	900
Tiro con l'arco	280
Equitazione (galoppo/trotto)	400
Windsurf	200

## LA CORSA: CONSUMI ENERGETICI E CARBURANTI

Per quanto riguarda la determinazione dei consumi della corsa, esistono ormai risultati consolidati che non è il caso di mettere in discussione per poche e non significative differenze. Consideriamo due soggetti entrambi alti 180 cm:

**A**, allenato ottimamente, con peso 68 kg e massa grassa 9%, **B**, sedentario, con peso 78 kg e massa grassa 21%. Il soggetto **B** per un dietologo è forse qualche chilogrammo sovrappeso, ma non è di certo obeso, anche perché la gran parte della popolazione si trova nelle sue condizioni, se non peggio. Le tabelle classiche più evolute (come quella di McArdle) tengono conto del peso del soggetto. Se si consultano queste tabelle si trova che **A** dovrebbe consumare andando a 3'45"/km (supponiamo il suo massimo ritmo per un'ora) la quantità di 1175 kcal (compreso il metabolismo basale che è di circa 75 kcal), mentre **B** (andando a 4'15"/km, la sua massima velocità per un'ora) 1365 kcal. Togliendo il metabolismo basale si scopre che **A** consuma 68 kcal/km cioè **1 kcal per kg di peso al km**, mentre **B** consuma 92 kcal/km cioè **1,18 kcal per kg di peso al km**. Tutto ciò in accordo con i calcoli teorici che danno un'ottimizzazione nella corsa di grandi campioni a **0,9 kcal per kg di peso al km**. Si può utilizzare l'**approssimazione di Margaria** di 1 kcal per ogni kg di peso e per ogni km percorso. Si deve notare che è errato valutare i consumi della corsa, basandosi sul peso dell'atleta: esistono dimagramenti fittizi (Corsa e dimagrimento), che sono causati dal diverso carburante impiegato per correre lo stesso chilometraggio a velocità diverse.

**Il carburante** - Ben più interessante è la considerazione sul carburante utilizzato dall'atleta; classicamente si ritiene che l'atleta usi normalmente i carboidrati e che solo a velocità basse intervenga l'uso dei grassi (per esempio nella maratona si stima un 20% di impiego dei grassi). In realtà (ed è sorprendente che la visione classica non ne tenga conto) è stato ormai dimostrato da tempo che anche le proteine vengono utilizzate a fini energetici, quando le scorte di glicogeno sono basse. Il carburante impiegato dipende infatti da:

- la velocità cui si corre
- il grado di allenamento
- la capacità di correre in condizioni di deplezione di glicogeno.

I primi due punti sono perfettamente d'accordo con la teoria classica; il terzo invece ci dice che quanto più l'atleta è abituato a correre con scarse scorte di carboidrati tanto più aumenta la sua capacità di bruciare grassi e proteine. Questo avviene in chi si allena tutti i giorni (atleta C) e spesso deve farlo

senza aver recuperato completamente l'allenamento precedente. Chi si allena tre volte alla settimana (atleta D) eseguirà l'allenamento avendo pienamente recuperato e il suo fisico continuerà a utilizzare i carboidrati.

Nel caso di un fondo lento di 20 km si può ipotizzare che per l'atleta C la miscela sia 60% carboidrati, 30% grassi e 10% proteine mentre per l'atleta D 80% carboidrati, 15% grassi e al massimo un 5% di proteine. A parte le percentuali, si deve rilevare che la nuova visione spiega come mai atleti di tipo D abbiano di solito scarse capacità di recupero: se le loro scorte di glicogeno non sono al massimo il loro rendimento cala vistosamente, mentre per atleti di tipo C il calo è meno sensibile.

## IL SANGUE

Il sangue è un liquido viscoso costituito da cellule (globuli rossi, globuli bianchi e piastrine) disperse in un fluido, il plasma. Per uno sportivo praticante non basta certo questa semplice definizione per capire l'importanza del sangue nella pratica di discipline di resistenza come la corsa, il ciclismo o lo sci di fondo.

Per evitare di prendere cantonate, è importante che ogni atleta conosca le informazioni principali in modo chiaro e corretto: ricordo un runner, informatore medico, che era convinto che il doping con eritropoietina si attuasse con un'iniezione intramuscolare appena prima della gara!

**Un po' di informazioni** - Al di fuori dei vasi, il sangue coagula separando il siero, liquido trasparente di color paglierino, dal coagulo costituito da una serie di filamenti di fibrina, nelle cui maglie vengono trattenuti gli emociti. Il plasma è formato da acqua, sali minerali, proteine colloidali, mentre gli elementi cellulari del sangue si differenziano in **globuli rossi**, contenenti un cromoprotide, l'emoglobina, e in globuli bianchi o leucociti, individuabili anche nella linfa; nei Mammiferi sono presenti anche le piastrine. Il volume nell'uomo adulto è di circa **cinque litri**; più pesante dell'acqua, ha un peso specifico di 1,055. Il numero dei globuli rossi è maggiore rispetto a quello dei globuli bianchi; sono discoidali, dal diametro piccolissimo e non presentano il nucleo. La formazione dei globuli rossi (**eritropoiesi**) segue un ciclo della durata di sette giorni circa. L'**emoglobina** costituisce, insieme all'ossigeno, l'ossiemoglobina, un componente labile che può rilasciare ossigeno alle cellule dei tessuti e, quindi, il sangue svolge una funzione respiratoria. I **leucociti**, di forma variabile, sono difensori dell'organismo; le **piastrine**, molto piccole, incolori e prive di nucleo, partecipano alla coagulazione del sangue. Per conoscere i valori corretti si consulti Le analisi del sangue.

**L'ematocrito** - È il volume percentuale di sangue che è costituito da cellule; un ematocrito di 44, significa che il 44% del volume del sangue è costituito da cellule. Di norma il valore di ematocrito è abbastanza stabile; tuttavia i valori possono subire variazioni considerevoli. Ovviamente all'aumentare dell'ematocrito aumenta la viscosità del sangue perché il sangue diventa "più solido e meno liquido". Durante lo sforzo fisico la richiesta di ossigeno aumenta fino a 20 volte, determinando aumenti del flusso ematico sino a quasi 25 volte. Quanta più emoglobina è disponibile tanto più ossigeno può essere trasportato, ritardando la crisi del sistema atletico. Più emoglobina significa più globuli rossi e in definitiva un valore di ematocrito più alto: questo nella stragrande maggioranza dei casi. Alti valori di ematocrito (oltre che dannosi alla salute) possono anche essere negativi per la performance sportiva perché se il sangue è troppo denso non scorre facilmente nei piccolissimi capillari che irrorano i muscoli.

**I gruppi sanguigni** - Nell'uomo è definibile un gruppo sanguigno, cioè un tipo di sangue che viene definito e contraddistinto in base al numero di antigeni presenti nei globuli rossi; ne esistono vari sistemi, il più noto dei quali è il sistema A B 0. I globuli rossi possono contenere antigeni A, B, AB, o non averne alcuno (gruppo 0). La **trasfusione** del sangue può avvenire solo tra gruppi sanguigni compatibili.

L'eredità dai gruppi sanguigni avviene in base alla legge di Mendel; altri fattori di isoimmunizzazione sono dati dal fattore Rh, molto interessante per lo studio dei fenomeni di incompatibilità tra madre e feto.

L'85% degli individui è Rh positivo (Rh +), i rimanenti individui sono Rh negativi (Rh-). Se una donna Rh+ ha un figlio da un Rh +, nel suo sangue si creeranno degli anticorpi per il fattore Rh che possono distruggere il sangue del feto, passando attraverso il filtro placentare (eritoblastosi fetale); esso è

tipico della seconda gravidanza e delle successive. Nel 1920 l'austriaco Karl Landsteiner distinse i quattro gruppi sanguigni, provando l'esistenza del fattore Rh nei globuli rossi.

## LA DONAZIONE DI SANGUE

Sicuramente non è fra gli scopi di questo articolo disincentivare i lettori dal donare il sangue. È però importante rilevare che una donazione di sangue è un evento che il nostro fisico non può assorbire semplicemente con un cappuccino e una brioche, soprattutto se si pratica un'attività sportiva molto intensa.

Una donazione di sangue che comporti una perdita di 250 cc, causa una diminuzione della quantità di sangue disponibile superiore al 5%, praticamente irrilevante per un individuo sedentario in buona salute. Non è così per uno sportivo praticante. Concretamente siamo di fronte a un doping al contrario (si pensi alla pratica dell'autoemotrasfusione). Si supponga che il soggetto parta da un ematocrito di 44; dopo la trasfusione, la parte liquida del sangue si ripristina facilmente, mentre per la parte corpuscolata il processo è molto più lungo e per riavere lo stesso numero di globuli rossi occorrono circa 10-12 giorni, dovuti in gran parte al fatto che un ciclo emopoietico completo dura una settimana circa. Realisticamente l'ematocrito scenderà del 5%, attestandosi attorno ai 42. Se l'atleta non è conscio di questo e non rallenta gli allenamenti, può andare incontro a uno stress notevole, sia fisico (tenta di sostenere allenamenti che il fisico non regge) sia psicologico (non capisce perché è peggiorato; tanto per dare dei numeri il peggioramento per un runner può essere anche di 10"/km).

**Cosa fare dopo una donazione** - La risposta dovrebbe essere già chiara:

- a) non gareggiare
- b) non effettuare lavori di qualità (ripetute)
- c) diminuire il chilometraggio settimanale di un 20% (per diminuire i danni ematici da microtraumi)
- d) effettuare i lenti, i medi e i progressivi con un appesantimento dei tempi di circa 10"/km.

Tutto questo per due settimane dalla donazione.

## EMATOCRITO: QUANTO PUÒ VARIARE?

Ai fini di una campagna antidoping corretta è fondamentale conoscere come può variare l'ematocrito fisiologicamente. Purtroppo anche in questo campo è difficile mettere d'accordo i medici e l'impressione che se ne ricava è che ognuno tiri l'acqua al suo mulino. C'è chi dice che:

**a) l'ematocrito è pressoché stabile;**

e chi dice che:

**b) può passare anche da 42 a 60.**

Per la poca esperienza diretta (una cinquantina di atleti monitorati per due anni) si potrebbe concludere che entrambe le affermazioni sono inesatte. La maggior parte del campione ha avuto variazioni del 10% circa (per esempio da 38 a 42). Il che vuol dire che variazioni dal 5 al 15% non possono essere considerate sospette. Che un ematocrito quindi passi da 44 a 50 può (attenzione al "può") essere normale. Non appare cioè giustificata lo sforzo di chi vuole sostenere a tutti i costi che una variazione di ematocrito vuol dire doping.

Da <http://www.sportpro.it/doping/ricerche/Ematocri.htm> si ricava una lunga lista di **malattie** che possono far innalzare l'ematocrito. Come spiega chiaramente l'articolo non sono compatibili con la condizione di atleta in piena attività; pertanto in un'indagine sportiva si devono considerare solo le variazioni dovute a cause non patologiche.

La seguente tabella (i dati sono stati ottenuti da <http://www.sportpro.it/doping/ricerche/EMAtocr2.htm>

sulla base delle considerazioni espresse in

[http://www.medicina.univr.it/SMB/labmed/doping/doping\\_epo.htm](http://www.medicina.univr.it/SMB/labmed/doping/doping_epo.htm)) vorrebbe dimostrare come l'ematocrito può passare da 40 (punto di partenza) a 60, utilizzando una serie di fattori:

- 1) Altitudine 2.300 m. 4 punti percentuali 10% 44
- 2) Sudorazioni profuse, diarrea, vomito, iperventilazione (% non riportata) 3% (stimata) 45.32
- 3) Prelievo mattutino 5% 47.59

- 4) Soggiorno in posizione eretta per 18 min. 3.7% 49.35
- 5) Cambiamento di postura 13-20% 16,5% 57.49
- 6) Variabilità biologica intraindividuale 4.6% 2.3% 58.81
- 7) Stress psicologico 1% 59.40
- 8) Altre terapie (Ac.Folico, B12; % non riportata) 1% (stimata) 59.99
- 9) Coefficiente medio di Variabilità analitica 2.3% 61.37
- 10) Anticoagulante, grado di riempimento provetta, conservazione e trasporto, miscelazione del campione, emolisi, altri fattori interferenti (quali; % non riportata) 1% (stimata) 61.98.

Significa veramente arrampicarsi sugli specchi considerare contemporaneamente TUTTE le varie possibilità. Inoltre ognuna di esse è comunque discutibile.

In realtà (<http://www.sportpro.it/doping/ricerche/EMAtocr2.htm> e alcuni testi classici come il McArdle o il Wintrobe) si scopre che:

**Altitudine** - La variazione è sensibile solo per un soggiorno di almeno due settimane e ad altitudini almeno di 4000 m.

**Sudorazione** - Se i prelievi avvengono almeno 12 ore dal termine della gara, si suppone che l'atleta si sia perfettamente reidratato (altrimenti da che medici sarebbe seguito?)

**Posizione eretta** - Basta effettuare il prelievo in posizione supina.

**Cambiamento di postura, prelievo mattutino e stress** - Lo studio non chiarisce come ha ottenuto i valori massimi di variabilità e risulta pertanto molto dubbio a riguardo.

**Altre terapie** - Il dato, contrariamente a quanto detto nel sito Sportpro, è corretto, ma ininfluenza: l'1% significa lo 0,4, da 40% a 40,4%. Questa è un'informazione che dovrebbe (ma purtroppo non lo è) essere conosciuta a tutti i medici generici che in presenza di ematocrito basso in atleti non sideropenici prescrivono inutilmente acido folico e vitamina B12.

**Punti 9 e 10** - In altre parole è ovvio che se l'analisi è malfatta i dati sono inattendibili, ma allora si può dubitare di tutto.

Come si vede né la posizione a) (ematocrito stabile), né la b) (ematocrito ballerino) sono logiche.

**La posizione più sensata sembra quella di ammettere una variazione massima del 15%.**

## LA VALUTAZIONE DELL'EMOCROMO

L'emocromo è l'analisi della parte corpuscolata del sangue (globuli rossi, bianchi e piastrine). Negli sport di resistenza l'atleta dovrebbe eseguire più o meno periodicamente almeno l'esame dell'emocromo per verificare alcuni semplici parametri che sono in stretta relazione con lo stato di forma. Vediamo i principali.

**Ematocrito** - È la percentuale di parte corpuscolata del sangue (globuli rossi, piastrine e globuli bianchi).

I suoi valori vanno da 37 a 46 nella donna, mentre nell'uomo variano da 42 a 50. Per gli atleti di discipline di resistenza i valori più probabili sono da 40 a 45 per l'uomo e da 36 a 41 per la donna. Ciò che è importante notare non è comunque il valore assoluto quanto le variazioni nell'arco dell'anno. Se un atleta mediamente ha l'ematocrito a 42, una brusca discesa a 39 causerà sicuramente uno scadimento delle prestazioni.

**Volume corpuscolare medio (MCV)** - Indica la grandezza dei globuli rossi ed è importante perché serve nella diagnosi delle anemie: i globuli rossi possono essere più piccoli del normale (anemia microcitica) o più grandi (anemia macrocitica). Si ricava da (ematocrito\*10/numero di globuli rossi) e i valori normali vanno da 80 a 100 femtolitri. In genere gli atleti hanno globuli rossi abbastanza grandi perché in tal modo (a parità di numero) riescono a trasportare più ossigeno. Il valore dell'MCV serve appunto a capire fino a che punto l'atleta è allenato; anche in questo caso sono fondamentali le variazioni. Per esempio dopo uno stop dovuto a un infortunio, è interessante monitorare come il valore dell'MCV ritorna ai valori ottimali per l'atleta.

L'ematocrito e l'MCV danno inoltre un'interessante interpretazione di quella che volgarmente viene detta "classe dell'atleta". Alcuni soggetti possono avere normalmente in corso di allenamento un ematocrito oltre i 45 (senza che per questo si pensi subito al doping con eritropoietina). Esiste una sostanziale differenza fra MCV ed ematocrito: l'allenamento fa scendere il valore di ematocrito a valori anche molto bassi (36), mentre l'MCV in genere sale e arriva negli amatori a valori che superano i 90

e per atleti top anche i 110. È chiaro che se l'ematokrito scende troppo e l'MCV non sale si produce un quadro di reale anemia in cui l'atleta è notevolmente penalizzato.

**Globuli bianchi** - Sono cellule del sangue che hanno il compito di difendere l'organismo da attacchi esterni. Valori normali sono: da 4.000 a 7.000 per mm<sup>3</sup> nella donna e da 5.000 a 8.000 per mm<sup>3</sup> nell'uomo. I globuli bianchi non sono relazionabili alla prestazione, ma, poiché una loro diminuzione è generalmente relazionabile a una diminuzione delle difese immunitarie, per chi fa sport è fondamentali tenerli sotto controllo. Avere pochi globuli bianchi vuol dire predisporre a tutti quei malanni stagionali che possono fermare l'allenamento e far saltare ogni programmazione. È possibile usare sostanze naturali per incrementare il numero di globuli bianchi (arginina).

## IL MUSCOLO



Un muscolo è costituito da fibre (cellule) unite da tessuto connettivo. Ogni fibra è formata da una membrana con più nuclei e da migliaia di filamenti interni, le miofibrille (il citoplasma della cellula) che hanno la stessa lunghezza della fibra. La lunghezza delle fibre varia da 0,05 mm a 30 cm.

Il movimento del muscolo avviene grazie ai motoneuroni che vanno dal midollo spinale a un gruppo di fibre formando l'unità motoria. Un motoneurone controlla da una a migliaia di fibre, a seconda della funzione del muscolo interessato. Le miofibrille ricevono gli impulsi motori grazie alle unità contrattili che le compongono, i sarcomeri, costituiti a loro volta da due proteine filamentose, actina e miosina, che scivolano l'una sull'altra telesopicamente durante la contrazione e il successivo rilascio dei sarcomeri.

Le fibre muscolari sono differenziate da un componente (la catena pesante) della molecola di miosina in tre varietà isomorfe: le fibre di tipo **I** (o ST, slow twitch, o fibre rosse, o fibre resistenti, o fibre a contrazione lenta), le fibre di tipo **Ila** e **Ilx** (o FT, fast twitch, o fibre pallide, o fibre veloci, o fibre a contrazione veloce). La velocità di contrazione delle fibre **I** è un decimo di quelle di tipo **Ilx**; quella delle fibre **Ila** è intermedia. Tale velocità deriva dal meccanismo di scomposizione dell'ADP nella catena pesante della miosina per ricavarne energia. Le fibre lente sono aerobiche, mentre quelle veloci sono anaerobiche. Un sedentario ha una ripartizione in fibre del tipo 40-30-30 (40% di tipo **I**, 30% di tipo **Ila**, 30% di tipo **Ilx**), uno sprinter 20-45-25, una persona che pratica regolarmente jogging 50-40-10, un mezzofondista 55-40-5, un maratoneta 80-20-0, un ultramaratoneta 95-5-0. Si può cioè notare che le fibre **Ilx** sono trascurabili in persone che praticano allenamenti di resistenza. Diversi esperimenti hanno confermato la possibilità di trasformazione di fibre **Ilx** in **Ila** (del resto è impensabile che un maratoneta nasca senza fibre **Ilx**) e che tale trasformazione è reversibile (anzi è possibile stimolare la trasformazione da **Ila** a **Ilx**). La conversione fra i tipo **I** e **II** non è ancora chiara: esistono prove sperimentali di atleti mezzofondisti (in cui era sicuramente presente una componente di tipo **II**) passati alle ultramaratone che manifestano assenza di fibre di tipo **II** (quindi deve esserci stata una trasformazione da tipo **II** a tipo **I**) e parallelamente un nettissimo peggioramento sulle velocità tipiche del mezzofondo: praticamente corrono un 5000 m alla stessa velocità di una 100 km! Probabilmente non esistano ricerche che dimostrino queste trasformazioni perché la trasformazione si verifica solo dopo anni (a volte anche cinque o dieci) e allenamenti sempre orientati alla resistenza prolungata.

**L'ipertrofia muscolare** - Le fibre muscolari non si dividono, rendendo impossibile la generazione di nuove fibre (non c'è cioè iperplasia, come si verifica invece negli animali); questa affermazione è in parte smentita da rari rilievi autoptici di giovani maschi morti accidentalmente in cui una gamba presenta un 10% in più di fibre rispetto all'altra. Sembra comunque estremamente ragionevole affermare che l'aumento di volume muscolare debba essere ricondotto principalmente all'ipertrofia muscolare. Infatti il modo più immediato per aumentare il volume del muscolo è di ingrandire le fibre già presenti, aumentando il numero di miofibrille. Il processo parte dallo stimolo dell'allenamento sulle

strutture miotendinee che provoca la sintesi di proteine messaggere che attivano i geni responsabili della produzione di proteine contrattili (actina e miosina). È necessario creare anche nuovi nuclei che vengono donati dalle cellule staminali presenti sulla superficie della fibra. Le fibre veloci di sollevatori di pesi sono di circa il 45% più grandi rispetto a quelli di atleti di corse di resistenza.

**Conseguenze dell'ipertrofia muscolare** - L'ipertrofia muscolare comporta un aumento della concentrazione di ATP, CP e glicogeno, consentendo una disponibilità di energia maggiore per via anaerobica; parallelamente non c'è un analogo aumento della capillarizzazione e del volume dei mitocondri, il che equivale a ridurre la potenza aerobica del soggetto. Inoltre le fibre di tipo II crescono con velocità doppia rispetto a quelle di tipo I. Questi risultati sono in netta controtendenza con la scelta di molti allenatori di fondisti o maratoneti di impostare programmi di potenziamento muscolare in atleti senza deficit muscolari al fine di migliorare la prestazione.

## LE TRE GRANDEZZE FONDAMENTALI DEL CORRIDORE FONDISTA

C'è molta confusione nella terminologia legata ai parametri fisiologici di un atleta, che spesso sono usati con significati differenti da atleti e allenatori.

Tre sono le grandezze fondamentali nella valutazione delle capacità atletiche. Per comprenderle occorre conoscere un minimo di fisiologia. È a tutti ben nota la condizione per la quale in conseguenza di un ritmo di corsa troppo sostenuto iniziamo a respirare affannosamente. È altresì ovvio che il nostro corpo ha bisogno di più energia per andare più forte e che cerchiamo ossigeno per sostenere i meccanismi metabolici che ci forniscono questa energia.

Il massimo consumo d'ossigeno ( $VO_{2max}$ ) si ha quando in risposta a un aumento della richiesta energetica non si ha un aumento del consumo d'ossigeno.

Ricordo che il massimo consumo d'ossigeno dipende dalla gittata cardiaca massima e dalla massima differenza arterovenosa. Data una distanza e un determinato  $VO_{2max}$ , la percentuale del massimo consumo d'ossigeno alla quale l'atleta riesce a correre la distanza è detta percentuale di utilizzo. Si verifica (Pèronnet) che l'atleta è in grado di prolungare lo sforzo in condizioni di  $VO_{2max}$  per circa 7' e che la situazione corrisponde a concentrazioni di lattato nel sangue che vanno da 5 a 8 mmol/l (convenzionalmente 6,5).

Nel tentativo di produrre maggiore energia, accanto al meccanismo aerobico (in presenza cioè di ossigeno) opera anche quello anaerobico (in assenza di ossigeno). Quest'ultimo produce idrogenioni il cui accumulo porta all'inibizione della contrazione muscolare e ciò renderebbe impossibile il mantenimento della potenza meccanica. Pertanto la concentrazione di lattato nel sangue non deve essere così elevata da impedire la contrazione muscolare.

La soglia anaerobica (SAN) è il valore massimo dell'intervallo di velocità alla quale vi è costanza di valori di lattato nel sangue per alcune decine di minuti.

Convenzionalmente (può variare da atleta ad atleta, da 3,5 a 4,5 mmol/l), corrisponde a una concentrazione di lattato nel sangue di 4 mmol/l (Mader) e alla velocità che un atleta ben allenato può tenere per alcune decine di minuti fino all'ora. Un errore comune è quello di far coincidere la cosiddetta potenza aerobica (PAE) con la SAN. La potenza è una grandezza che esprime il lavoro nell'unità di tempo; si può parlare di massima potenza aerobica e ciò avviene al massimo consumo d'ossigeno. Si può anche parlare della potenza erogata quando l'atleta ha la massima concentrazione stabile di lattato nel sangue (corrispondente a 4 mmol/l) e allora sta correndo alla velocità della SAN.

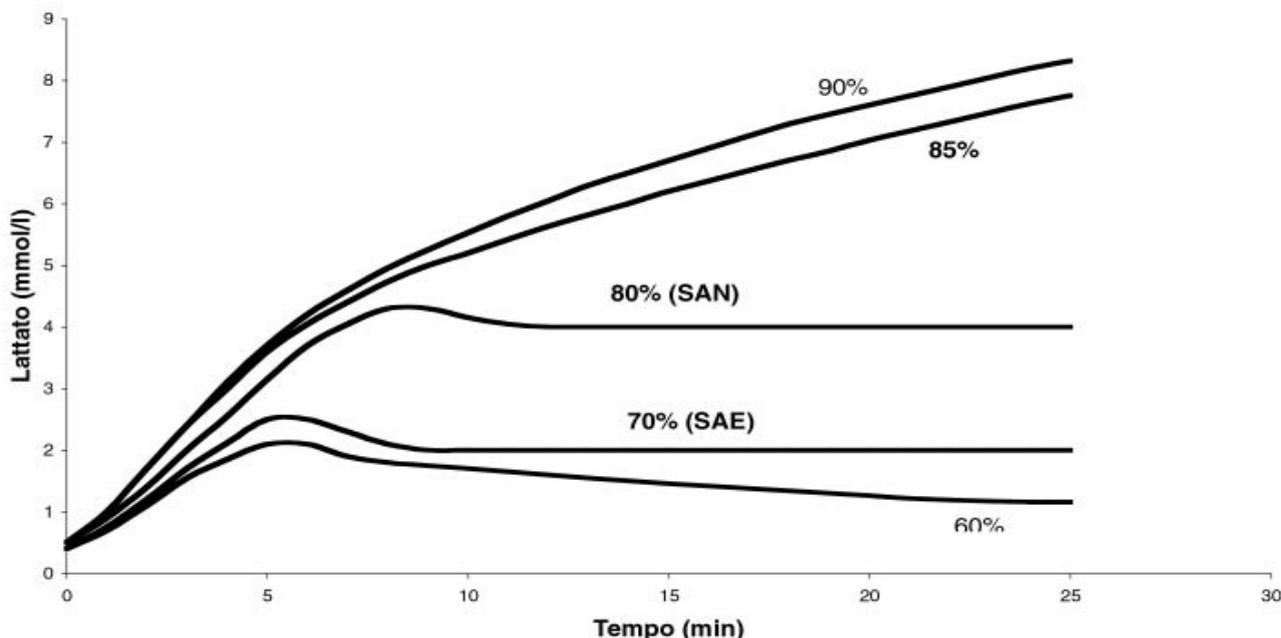
Poiché l'atleta riesce a mantenere la velocità della soglia anaerobica per alcune decine di minuti, se lo sforzo si prolunga oltre l'ora, deve ricercare un'altra velocità che gli consenta di mantenersi in equilibrio.

La soglia aerobica (SAE) è il valore minimo dell'intervallo di velocità alla quale vi è costanza di valori di lattato nel sangue per alcune decine di minuti. Rappresenta la velocità oltre la quale aumenta la concentrazione basale di lattato

Osserviamo il grafico. Per velocità più basse della SAE la concentrazione di lattato tende a tornare a valori basali; per velocità più alte della SAN la concentrazione s'impenna bruscamente.

Convenzionalmente (può variare da atleta ad atleta, da 1,8 a 3,2 mmol/l) la SAE corrisponde a una

concentrazione di lattato nel sangue di 2 mmol/l e alla velocità che un atleta ben allenato tiene sulla maratona.



## IL MASSIMO CONSUMO D'OSSIGENO

Per capire cos'è il massimo consumo di ossigeno si consideri un soggetto che inizia a correre. Se parte da una condizione di riposo, si mettono in moto meccanismi energetici più rapidi di quelli aerobici (cioè quelli che utilizzano l'ossigeno) per sopperire all'iniziale carenza energetica, vista la lentezza dei meccanismi aerobici. Vengono usati meccanismi ATP-CP (creatinfosfati) e glicolisi (cioè carboidrati bruciati senza l'uso dell'ossigeno); dopo qualche minuto (da due a quattro a seconda dell'allenamento del soggetto) i meccanismi aerobici si sono adeguati alla richiesta energetica e inizia lo stato d'equilibrio. Durante questo stato l'atleta consuma ossigeno e tale consumo è costante. Se lo sforzo aumenta (come si può rilevare facendo correre il soggetto su un tapis roulant con inclinazioni crescenti della pendenza) aumenta anche il consumo d'ossigeno. A un certo punto il meccanismo aerobico non sarà in grado di fornire l'energia richiesta e inizierà la produzione di acido lattico. Il consumo d'ossigeno dell'atleta aumenterà comunque ancora finché a un aumento della richiesta energetica non ci sarà più incremento: l'atleta ha raggiunto il massimo consumo d'ossigeno ( $VO_{2max}$ ). Si verifica (Péronnet) che l'atleta è in grado di prolungare lo sforzo in condizioni di  $VO_{2max}$  per circa 7' e che la situazione corrisponde a concentrazioni di lattato nel sangue che vanno da 5 a 8 mmol (convenzionalmente 6,5).

In termini più pratici: **il massimo consumo d'ossigeno corrisponde alla massima potenza aerobica.**

Poiché il meccanismo lattacido (l'accumulo di acido lattico, non la produzione) inizia a una percentuale ben definita del massimo consumo d'ossigeno è chiaro che: **per aumentare le prestazioni di un fondista si può innalzare il massimo consumo d'ossigeno e/o la percentuale di esso alla quale si inizia ad accumulare acido lattico.**

In alcuni casi atleti ben allenati sono in grado di rimanere in soglia anaerobica per sforzi che superano il 90% del massimo consumo d'ossigeno.

C'è spesso confusione fra massimo consumo d'ossigeno e sua percentuale di utilizzazione: dire che un atleta d'élite ha valori di  $VO_{2max}$  che arrivano fino all'85% è errato perché il  $VO_{2max}$  non è una percentuale (si esprime in ml/kg·min). In realtà si vuole dire che per questi atleti la percentuale di utilizzazione, per esempio sulla maratona, arriva all'85%.

**$VO_{2max}$  e gare di fondo** - L'esempio tipico è rappresentato dalla maratona. Si ha produzione di lattato dalla glicolisi, ma la concentrazione (circa 2 mmol/l) del lattato rimane costante perché il lattato

prodotto è uguale a quello smaltito. L'atleta sta lavorando a circa il 70% del massimo consumo di ossigeno (soglia aerobica).

**VO<sub>2</sub>max e gare di mezzofondo prolungato** - A seconda dell'allenamento dell'atleta è una gara che può durare da qualche decina di minuti a un'ora. L'atleta usa il meccanismo glicolitico e il contributo dei lipidi è trascurabile. Il lattato aumenta la sua concentrazione fino a 4 mmol/l, poi, pur proseguendo lo sforzo, non aumenta. L'atleta sta lavorando a circa l'80% del massimo consumo d'ossigeno (soglia anaerobica)

**VO<sub>2</sub>max e gare di mezzofondo** - Quando la velocità aumenta ancora (come nei 10000 m o nei 5000 m) e si supera l'80% del massimo consumo d'ossigeno il meccanismo glicolitico non è in grado di smaltire completamente il lattato prodotto che sale sopra al livello della soglia anaerobica e tocca il massimo all'arrivo nei muscoli e qualche minuto dopo nel sangue (ovviamente se l'atleta ha corso ad andatura uniforme a livelli da record personale).

**VO<sub>2</sub>max e allenamento** - L'allenamento permette di aumentare la percentuale del massimo volume di ossigeno (cioè l'intensità dello sforzo) alla quale si forma l'acido lattico: per un soggetto non allenato è circa il 55%, mentre per un soggetto allenato è il 75-80%. Si deve inoltre rilevare che i valori di 2 e 4 mmol/l sono del tutto convenzionali, potendo variare da atleta ad atleta: ciò che è importante è comprendere il concetto che portano con sé, cioè l'esistenza di un intervallo dove, mantenendo lo sforzo costante, la concentrazione di lattato non varia.

**VO<sub>2</sub>max e scarpe** - In generale 100 g di peso sulle scarpe aumentano il massimo consumo di ossigeno dell'1%; tradotto in secondi, se l'atleta sta andando all'80% del proprio massimo consumo d'ossigeno, si può stimare una perdita di 1-2"/km a seconda della velocità tenuta; a prescindere da questi calcoli, che per essere precisi dovrebbero tener conto del caso individuale (atleta e scarpa usata), è fuor di dubbio che convenga sempre scegliere la scarpa più leggera che in gara e nel post-gara dia i minori problemi.

**VO<sub>2</sub>max e sistema respiratorio** - Contrariamente a quanto pensa la maggior parte dei runner, non esiste una differenza significativa negli indici funzionali respiratori fra atleti di fondo e soggetti normali. Per amor di precisione devo osservare che alcuni studi hanno messo in evidenza che in atleti molto allenati per sforzi vicini al massimo consumo d'ossigeno (cioè molto intensi) non c'è una completa arterializzazione del sangue venoso, cioè la ventilazione polmonare limita la massima potenza aerobica.

Ciò però sembra più una conseguenza dell'allenamento dei sistemi cardiovascolare e muscolare, spinti alle massime prestazioni, piuttosto che un cattivo adattamento di quello respiratorio che sostanzialmente con l'allenamento "resta quello che è".

**VO<sub>2</sub>max e cuore** - Poiché come visto la funzione respiratoria non ha incidenza sulle prestazioni, il massimo consumo d'ossigeno (che dipende dal fabbisogno energetico e quindi dal flusso di sangue nei tessuti interessati allo sforzo) dipende dalla gittata cardiaca (che esprime la massima capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Poiché però il consumo d'ossigeno nel passare dalla condizione di riposo a quella massima aumenta di 10 volte, mentre la gittata cardiaca aumenta di 4 volte (da 5 a 20 in un sedentario) deve esistere un altro fattore legato al massimo consumo d'ossigeno. Tale fattore è la **differenza arterovenosa**, cioè la differenza di ossigeno contenuta nel sangue arterioso e in quello venoso che rappresenta l'ossigeno ceduto ai tessuti. In 100 ml di sangue arterioso sono contenuti 20 ml di ossigeno, mentre in quello venoso 15, cioè in condizioni di riposo 5 ml vengono ceduti ai tessuti. All'aumentare dello sforzo e quindi del consumo d'ossigeno aumenta la differenza e si arriva a circa 17 ml in condizioni di massimo consumo d'ossigeno e in soggetti allenati. Tale dato è medio e potrebbe essere superiore riuscendo a interessare principalmente i muscoli coinvolti nello sforzo. Si deve comunque notare che non c'è differenza fra campioni e soggetti semplicemente allenati. Ricapitolando: **il massimo consumo d'ossigeno dipende dalla gittata cardiaca massima e dalla massima differenza arterovenosa.**

È noto a tutti i runner che l'allenamento produce modificazioni al sistema cardiovascolare. In particolare l'allenamento aerobico aumenta la capillarizzazione dei muscoli allenati (con aumento della differenza arterovenosa di circa il 15%); aumenta anche la gittata cardiaca perché, pur diminuendo la frequenza cardiaca a riposo, aumenta di molto la gittata sistolica. Tale aumento è ottenuto con l'aumento del volume del cuore in seguito all'allenamento (anche del 25%); è da notare che il massimo consumo d'ossigeno in genere aumenta prima per effetto della maggior capillarizzazione e di altri fattori (maggiore capacità ossidativa dei muscoli) rispetto all'aumento dovuto alla maggior gittata

sistolica. Infatti nell'atleta l'ipertrofia cardiaca non è immediata, anche perché in genere non è permanente (riducendo cioè gli allenamenti tende a scomparire). È fondamentale sottolineare che esistono due tipi di ipertrofia: quella eccentrica in cui aumentano le dimensioni delle cavità cardiache e quella concentrica in cui aumentano le dimensioni delle pareti. La prima è indotta da allenamenti di resistenza (dovendo fornire a lungo un gittata cardiaca elevata), mentre la seconda da allenamenti di forza (dovendo fronteggiare un aumento della pressione); quest'ultima non aumenta significativamente la gittata sistolica. L'allenatore di giovani atleti deve pertanto valutare se dirigerli verso il mezzofondo (800 e 1500 m) o verso il fondo perché gli allenamenti tipici dei mezzofondisti veloci (ripetute brevi, ripetute su salite corte ecc.) possono indurre un'ipertrofia concentrica che ovviamente non è utile nell'ottica di competere su lunghe distanze.

**VO<sub>2</sub>max e deallenamento** - In particolare si è visto che in soggetti allenati, mantenendo invariata la frequenza d'allenamento:

a) con la riduzione della **durata** dell'allenamento non si riduce il massimo consumo d'ossigeno;

b) con la riduzione dell'**intensità** si riduce il massimo consumo d'ossigeno.

**VO<sub>2</sub>max ed età** - Molti studi effettuati prima del 1990 arrivavano a conclusioni piuttosto pessimistiche circa la diminuzione della capacità aerobica con l'età (massimo consumo d'ossigeno) e dell'efficienza cardiaca (ricordo la vecchia e superata formula della FC<sub>max</sub> = 220 – età). In realtà tali studi sono in via di correzione poiché non tenevano nel giusto conto il fatto che: **gli effetti dell'invecchiamento sono meno sensibili con l'attività sportiva e con l'alimentazione corretta.**

## CAPACITÀ E RESISTENZA AEROBICA

Vi sono alcune grandezze che come terminologia e significato non avrebbero modo di sussistere autonomamente (sono o dei sinonimi o sono legate ad altre grandezze), ma gli allenatori le usano spesso (a sproposito), ingenerando grande confusione: sono la **capacità** e la **resistenza aerobica**.

È errato parlare di capacità aerobica (CAE) e di definirla genericamente come tenuta ai ritmi elevati che l'atleta può mantenere per 10-20 km.

La definizione non è precisa; in realtà: **la capacità aerobica indica il tempo per il quale si riesce a mantenere il ritmo indicato dalla SAN (soglia anaerobica).**

Per un atleta di medio livello può essere di 40', per un atleta a livello mondiale arriva a 1h. Quindi la capacità aerobica è espressa come un tempo che va dai 40 minuti all'ora. Se corro i 10.000 m in 40' e ho una SAN di 15 km/h, la mia capacità aerobica è di 40 minuti. Per migliorare posso:

- aumentare il VO<sub>2</sub>max
- aumentare la SAN
- aumentare la CAE

Aumentare la CAE non ha senso perché l'atleta riesce già a esprimersi per tutta la gara al ritmo espresso dalla SAN attuale. Se riuscissi ad aumentare la SAN a 16 km/h, mantenendo la CAE invariata (40') riuscirei a correre i 10.000 a 3'45"/km cioè in 37'20". Aumentare la SAN vuol dire implicitamente o aumentare il VO<sub>2</sub>max o aumentare la massima percentuale di utilizzo a cui si ha concentrazione di lattato costante. In teoria per i 10.000 m dovrò lavorare sui primi due parametri, in particolare sulla SAN, cioè quella che gli allenatori chiamano impropriamente potenza aerobica.

Se invece lo stesso atleta prepara una mezza maratona, è ovvio che aumentare la SAN potrebbe non essere significativo, soprattutto se la sua CAE resta la stessa. Potrebbe arrivare a una SAN di 16 km/h, correrli per 40', ma poi scadere decisamente di prestazioni su una maratona. Si dovrà lavorare congiuntamente sulla SAN, ma soprattutto sulla CAE.

Un discorso leggermente diverso vale per la resistenza aerobica.

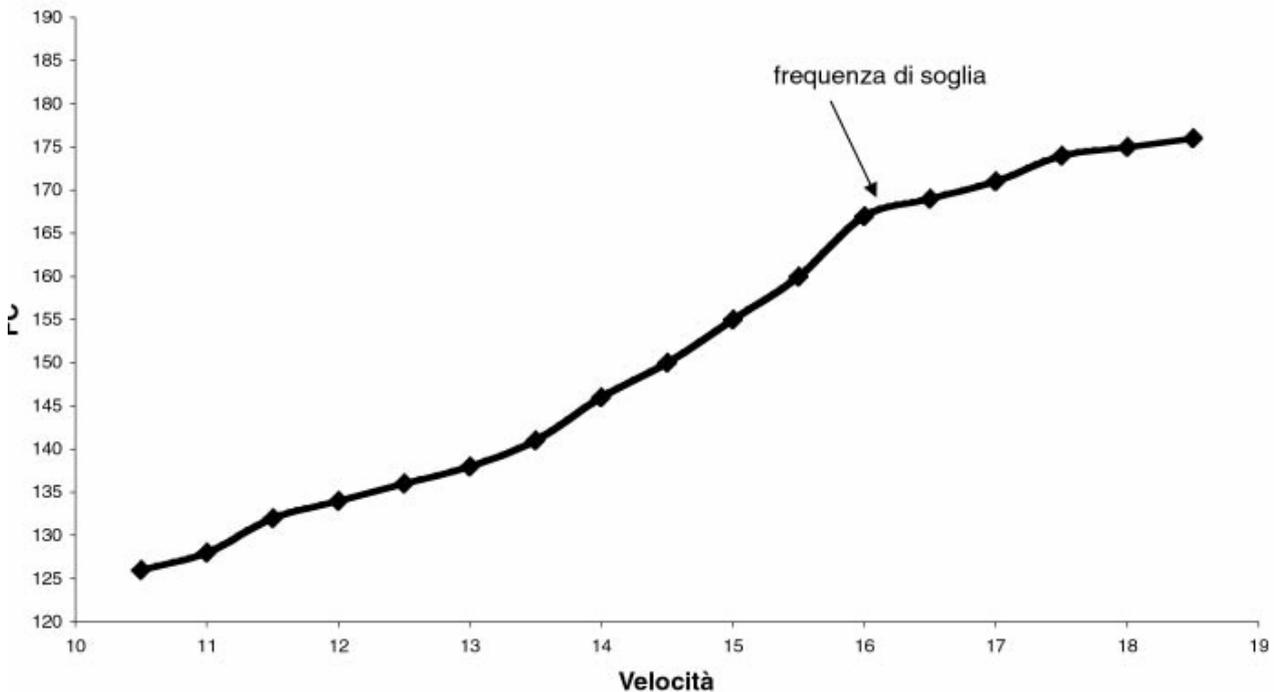
La resistenza aerobica è sinonimo di SAE (soglia aerobica).

Non ha senso dire che essa è il 75-85% della SAN, poiché la definizione è dipendente dall'atleta; è anche scorretto dire che è la velocità a cui si utilizzano prevalentemente gli acidi grassi. Infatti a ritmo di maratona il consumo di acidi grassi è del 20-25%, quindi significativo ma non prevalente. Ovviamente la resistenza aerobica è fondamentale per il maratoneta.

# LA SOGLIA ANAEROBICA

L'ormai celeberrimo test di Conconi si esegue percorrendo a velocità crescente tratti fissi. In genere viene eseguito in pista, utilizzando un cardiofrequenzimetro per registrare la frequenza cardiaca. Il tratto di riferimento può essere di 200 o meglio di 100 m, mentre gli incrementi di velocità dovrebbero essere di circa 10"/km in modo da scalare banalmente di un secondo ogni cento metri. A ogni punto di riferimento si registrano velocità e frequenza cardiaca. Si costruisce poi un grafico dove in ascissa c'è la velocità e in ordinata la frequenza cardiaca (FC). Si nota che per velocità basse c'è linearità (una retta), poi a un certo punto c'è una deflessione con un brusco cambio di pendenza. La velocità alla quale cessa la linearità è quella della soglia anaerobica (SAN).

## IL TEST CONCONI



**Interpretazione** - L'interpretazione del fenomeno è semplice: quando cessa la linearità incomincia l'accumulo di acido lattico (si esce cioè dall'intervallo 2-4 mmoli in cui lo sforzo può avvenire in condizioni in cui la concentrazione di lattato è in equilibrio). Tanto più alta è la soglia tanto maggiore sarà la velocità a cui l'atleta riuscirà a correre senza accumulare acido lattico.

**Importanza scientifica** - Per dare a Cesare quel che è di Cesare, occorre precisare che il concetto di soglia anaerobica (e la relativa curva sigmoide) fu introdotto per la prima volta dalle ricerche di Wasserman (1964). L'importanza di tali ricerche è ovviamente enorme in quanto è un'evidenza sperimentale dei meccanismi con cui avvengono attività aerobiche e attività anaerobiche. In altre parole la curva è la descrizione sperimentale di un modello energetico che si applica per sforzi tipici del mezzofondo.

Il test di Conconi è una versione più semplice delle esperienze di Wasserman (che richiedevano una strumentazione di laboratorio).

**Importanza nell'allenamento** - Molti allenatori (e purtroppo anche scienziati) si sono invaghiti della curva di Conconi e hanno creduto di aver trovato un parametro (la SAN, appunto) che potesse descrivere l'atleta e sul quale fosse possibile tarare l'allenamento. Questo è un errore madornale, almeno concettualmente. Infatti esistono diverse limitazioni all'uso della SAN:

a) il limite pratico di calcolo. Mentre un test di corsa dà risultati molto precisi (i tempi), il calcolo della SAN è affetto da una serie di possibili errori (l'atleta non sa correre in maniera uniformemente progressiva; i risultati dipendono dalla strumentazione usata; i risultati dipendono dalla motivazione dell'atleta a eseguire il test; ecc.).

b) Il valore di un atleta su una distanza è dato dalla combinazione di almeno sei grandezze; a seconda delle distanze, alcune sono trascurabili, ma pretendere di descrivere un atleta (e di impostare il suo programma di allenamento) con una sola grandezza è veramente semplicistico. Siamo nel caso analogo all'uso del cardiofrequenzimetro: l'importanza di un parametro porta erroneamente a credere che sia l'unico significativo e quello da cui dipendono tutti gli altri. Per esempio è importante anche la capacità aerobica (CAE), cioè la capacità di mantenere il più a lungo possibile il ritmo della SAN, massima nel campione e scarsa nel runner meno evoluto.

c) Il concetto di soglia anaerobica non è un parametro INDIPENDENTE, nel senso che non aggiunge informazioni a un vero allenatore; è un altro modo di descrivere alcune (non tutte!) caratteristiche dell'atleta. Poiché, come ormai ammettono anche coloro che vivevano eseguendo i test Conconi, la soglia può essere calcolata facendo correre una certa distanza, per un allenatore che deve stilare un piano di allenamento sapere che un atleta corre l'ora a 3'45"/km o che ha una soglia di 16 km è ESATTAMENTE LA STESSA COSA (i puristi direbbero che ci possono essere piccole differenze, ma tali differenze sono ampiamente compensate dagli errori di misurazione della soglia; d'altra parte sapere di avere una soglia di 16 km o di 16,045 cosa cambia?). Solo che ragionare in termini di tempi al chilometro è molto più semplice perché sia gli allenatori sia gli atleti guardano il cronometro: un atleta che passa al primo chilometro di una gara in 3'30" sa se il ritmo è troppo veloce. Figuriamoci se mentre gareggia deve calcolare a che velocità all'ora corrisponde per poi confrontarla con la propria soglia!

**I metodi di calcolo** - A prescindere dall'esecuzione del test di Conconi in modo classico, esistono altri metodi empirici di calcolo della SAN. Uno ancora molto noto è il test di Cooper (la distanza percorsa in 12 minuti); i motivi che abbiamo citato per evidenziare i limiti della SAN valgono a maggior ragione per il test di Cooper (che fra l'altro nella sua formulazione originaria voleva misurare il massimo consumo d'ossigeno) poiché prende in esame un intervallo temporale in cui le altre grandezze fisiologiche non sono trascurabili. Sicuramente migliori sono i risultati ottenuti dalle tre scuole di pensiero che calcolano la SAN considerando:

- a) la velocità che si tiene in un'ora di corsa
- b) la velocità di una gara di 14 km
- c) la velocità di una gara di 10 km

Le differenze tengono conto dell'allenamento del soggetto: la a) è valida per atleti a livello mondiale, la b) per atleti con SAN di circa 17 km/h, la c) per atleti con SAN di circa 14 km/h. Come si può vedere chi è più allenato e ha un motore migliore riesce a correre più a lungo al ritmo della soglia anaerobica (ha una CAE migliore): il campione per un'ora, l'atleta con SAN a 17 km/h per circa 50' e l'atleta con SAN a 14 km/h per circa 42'. Nessuna delle tre definizioni può comunque essere accettata scientificamente; perché uniscono il concetto di SAN a quello di CAE. Se si calcola la SAN solo a scopi statistici, la cosa più semplice da fare è mediare le tre definizioni: si prende in esame il tempo sui 10.000 m e si effettua una piccola correzione.

**Il calcolo** - Si calcola il tempo sui 10000, si calcola il tempo al km (si divide per 10 la distanza) e si aggiunge un numero di secondi pari al tempo sui 10.000 in minuti diviso per sei. Questo è il tempo teorico di corrispondenza sull'ora (cioè il tempo che chi non è allenato sull'ora farebbe con allenamento per lo meno buono). Dividendo 3600 (i secondi che ci sono in un'ora) per il tempo teorico trovato, si trova la soglia. È più facile se si lavora in secondi. Pertanto se si corre il diecimila in M minuti e S secondi si avrà:  $Soglia = 3600 / ((M \cdot 60 + S) / 10 + (M + S / 60) / 6)$ .

Gli amanti della matematica si possono divertire a semplificare l'equivalenza. Con una piccola approssimazione si trova: **SOGLIA = 35000 / (60 \* M + S)**

Vediamo un esempio. L'atleta corre i 10000 m in 40'30". La sua soglia è 14,414 km. Con la formula approssimata si trova 14,403 km. Un altro esempio. I 10.000 m sono corsi in 50'42". La soglia è 11,514 km e con la formula approssimata 11,505 km. Come ultimo esempio scegliamo un top runner: 10.000 m in 28'. La sua soglia è 20,850 km. Con la formula approssimata si ottiene 20,833.

# INIZIA A CORRERE...

Per **iniziare a correre** occorrono dei **prerequisiti**: visita medica, peso non eccessivo, scarpe e abbigliamento adatti ecc.).

In particolare il **peso**! Troppe persone iniziano a correre sovrappeso, proprio per dimagrire. Per evitare false illusioni occorre subito chiarire che:

1) l'attività fisica da sola non è in grado di mantenere il soggetto a un peso forma ottimale. Ciò accade occasionalmente (le classiche eccezioni che confermano la regola) nei giovanissimi (dove il metabolismo è molto alto) e in una percentuale esigua della popolazione. Per la stragrande maggioranza degli adulti sani un'alimentazione non controllata porta, se non all'obesità, al sovrappeso.

2) Un regime dietetico corretto senza attività fisica è praticamente impossibile da seguire. Un individuo sano ha stimoli tali che, se non repressi da situazioni ambientali (per esempio lo stress), innalzano il suo "peso naturale" oltre i valori consigliabili, soprattutto quando l'età ha fatto diminuire il metabolismo basale.

Dai punti sopraesposti risulta chiaro che attività fisica e regime alimentare controllato sono entrambi necessari. Pertanto chi decide di iniziare a correre per poter mangiare a volontà è fuori rotta: non otterrà granché.

**Correre non è per tutti** e va preparato quasi come una laurea. Verificate il vostro peso. Per un uomo l'**IMC** deve essere inferiore a 27, per una donna a 25 (e mi sono già fatto violenza nell'innalzare questi limiti). Se avete un IMC superiore, dovete usare due armi:

a) la dieta

b) uno sport molto più soft, per esempio il [walking](#).

A chi si sentirà (magari forte della sua giovinezza) di poter correre anche in sovrappeso ricordo che la probabilità di infortunarsi in un soggetto sovrappeso è decisamente più alta che in un normopeso. Quindi prima di correre, dimagrite.

Un altro errore che non dovete commettere è di credere che l'abilitazione alla corsa abiliti a qualunque carico e a qualunque distanza. Per esempio per un runner alto 180 cm e pesante 78 kg la maratona è controindicata, come pure un carico settimanale superiore ai 60 km o una seduta superiore all'ora di corsa.

## IL PROGRAMMA

Supponendo di aver già superato la fase dei preliminari, vi propongo un programma diviso in tre fasce per un totale di dieci livelli per arrivare a quello che deve essere l'obiettivo del principiante: correre 10 km. Ogni fascia è qualitativamente diversa dalle altre e pertanto è buona cosa non passare alla successiva se non si padroneggia quella in cui si è attualmente. Un livello deve essere ripetuto più volte finché non si termina l'allenamento con la netta sensazione che si poteva continuare ancora tranquillamente. Non saltate i recuperi al passo: unire due frazioni di corsa rende il tutto molto più difficile. L'allenamento dura sempre un'ora circa.

**Fascia gialla** - È quella di chi inizia veramente a correre, senza passare alla corsa da altri sport e in genere con una vita sedentaria ormai da anni. L'obiettivo è di passare gradatamente dalla camminata alla corsa.

Livello 1 - 5' camminando + 1' di corsa per 10 volte

Livello 2 - 4' camminando + 2' di corsa per 10 volte

Livello 3 - 3' camminando + 3' di corsa per 10 volte

Ripeto che in questa fase non conta assolutamente la velocità, quanto l'arrivare alla fine del lavoro. Se vi sentite pronti per il livello 3, incominciate comunque dal livello 1: farete un allenamento leggero e il giorno dopo sarete freschi e pimpanti per il prossimo.

**Fascia rossa** - È la fascia di chi ogni tanto svolge qualche attività ricreativa che comporta un minimo d'intensità dello sforzo. Il problema è dare continuità a questo sforzo, nonché allenare l'organismo a un minimo di durata.

Livello 4 - 5' camminando + 5' di corsa per 6 volte

Livello 5 - 10' camminando + 10' di corsa per 3 volte

Livello 6 - 10' camminando + 20' di corsa + 10' camminando + 20' di corsa

La differenza qualitativa fra i livelli è maggiore che nella fascia gialla, per cui dovete *digerire* bene un livello prima di passare al successivo.

**Fascia nera** - Potete ormai sentirvi nell'anticamera del professionismo per cui non strafate. Da notare che il livello non viene ripetuto due o più volte. A cosa servono i 5' di camminata? Servono comunque come riscaldamento, un concetto che chi corre dovrebbe avere sempre presente. Non si può iniziare subito a correre (per quanto piano). Il riscaldamento minimizza la probabilità di infortunio e predisposizione il corpo a una partenza soft.

Livello 7 - 5' camminando + 25' di corsa

Livello 8 - 5' camminando + 35' di corsa

Livello 9 - 5' camminando + 45' di corsa

Livello 10 - 5' di camminata + 10 km di corsa

**Il numero di sedute** - Considerate che un principiante può allenarsi proficuamente secondo questo schema con un **numero di sedute** alla settimana che va da un minimo di tre a un massimo di sei. Come decidere tale numero? Dipende dalle caratteristiche del soggetto: se si è recuperata la seduta precedente, è possibile uscire anche il giorno dopo, ma almeno un giorno alla settimana di riposo ci vuole. Non si deve pensare che un terribile mal di gambe significhi che ci si è allenati bene: vuol solo dire che si è esagerato.

Consiglio di fermarsi su un livello almeno una settimana e di non usare il cronometro per riscontrare eventuali progressi: il vero progresso è correre con facilità, non correre più forte. Solo all'ultimo livello potete verificare il tempo in cui completate i 10 km. I quattro livelli della fascia nera costituiscono anche un minimo programma di allenamento per la fase successiva al livello 10: un microciclo di 4 sedute è la sequenza degli allenamenti 7-8-9-10.

## INDICE ARGOMENTI

<b>PATOLOGIE (1° parte)</b>		<b>TERAPIE (2° parte)</b>		<b>MEDICINA E FISIOLOGIA (3° parte)</b>	
Alluce valgo	<b>1</b>	Antinfiammatori	<b>18</b>	Capacità e resistenza aerobica	<b>48</b>
Condropatia rotulea	<b>1</b>	Chiropratica	<b>18</b>	Capacità respiratoria	<b>38</b>
Dolori ai muscoli	<b>2</b>	Elettrostimolazione	<b>20</b>	Colesterolo HDL e allenamento	<b>39</b>
Emoglobinuria	<b>3</b>	Fisioterapia	<b>21</b>	Consumi dei vari sport	<b>39</b>
Fratture da stress	<b>3</b>	Ghiaccio	<b>22</b>	Consumo energetico della corsa	<b>40</b>
Lesioni muscolari	<b>5</b>	Infortuni	<b>22</b>	Donazione di sangue	<b>42</b>
Mal di schiena	<b>6</b>	- Prevenzione	<b>22</b>	Ematocrito: quanto può variare?	<b>42</b>
Morte da sport	<b>7</b>	- La ripresa	<b>26</b>	Emocromo: valutazione	<b>43</b>
Neuroma di Morton	<b>8</b>	Kinesiologia	<b>27</b>	Grandezze fondamentali	<b>45</b>
Piede d'atleta	<b>9</b>	Litotritore (onde d'urto)	<b>28</b>	Invecchiamento e prestazione	<b>37</b>
Pubalgia	<b>9</b>	Manipolazione	<b>19</b>	Massimo consumo d'ossigeno	<b>46</b>
Sindrome del tibiale anteriore	<b>10</b>	Osteopatia	<b>28</b>	Medico sportivo	<b>36</b>
Sindrome invisibile da carico	<b>11</b>	Plantare	<b>30</b>	Muscoli	<b>44</b>
Sindromi neuropatiche	<b>13</b>	Riposo	<b>31</b>	- Generalità	<b>44</b>
Soffio al cuore	<b>13</b>	Scelta del terapeuta	<b>32</b>	Polmoni a rischio?	<b>36</b>
Stanchezza	<b>14</b>	Stretching	<b>33</b>	Sangue (generalità)	<b>41</b>
Tallonite	<b>16</b>	Tecarterapia	<b>34</b>	Soglia anaerobica	<b>49</b>
Tendiniti	<b>16</b>			Inizia a correre	<b>51</b>