

Hans van Dijk
Ron van Megen
Guido Vroemen

MANUALE COMPLETO DI CICLISMO

MISURARE LA POTENZA E ANALIZZARE
I RISULTATI PER MASSIMIZZARE
LE PERFORMANCE



EliKa[®]
Editrice

INDICE

Perché abbiamo scritto questo libro?.....	7
---	---

PARTE I - LE BASI DEL CICLISMO

1. Il ciclismo fa bene!	16
2. Il ciclismo è divertente!.....	21
3. Fisiologia dello sport.....	25
4. Principi dell'allenamento	33
5. Piani di allenamento.....	39
6. Alimentazione sportiva	46

PARTE II - LA FISICA DEL CICLISMO

7. Energia	52
8. Potenza.....	57
9. Requisiti di potenza per lo sport, parte I.....	61
10. Requisiti di potenza per lo sport, parte II	68
11. Il modello per il ciclismo	74
12. La formula del ciclismo e le condizioni standard	82

PARTE III - LA POTENZA DEL MOTORE UMANO

13. Il rapporto potenza-tempo	90
14. I limiti della potenza umana	100
15. Il VO_2max	110
16. La FTP.....	116
17. Il rapporto tra FTP e VO_2max	121

PARTE IV - QUANTO VELOCE SI PUÒ PEDALARE?

18. Ciclisti di livello mondiale e cicloamatori.....	128
19. Le prestazioni femminili.....	134
20. L'impatto della FTP	141
21. L'impatto del tempo e della distanza	146
22. L'impatto dell'età.....	150
23. L'indice di performance.....	156

24. L'impatto del peso corporeo	160
25. IMC, BFP e peso gara	166
26. Come perdere grasso corporeo e migliorare la forma fisica.....	172
27. L'impatto del peso della bici	179
28. L'impatto dell'allenamento	184
29. L'impatto della frequenza cardiaca.....	189
30. Perché allenarsi con i misuratori di potenza?.....	195
31. Ottimizzare l'allenamento con i misuratori di potenza	200
32. Come determinare la FTP con i misuratori di potenza.....	206
33. Come analizzare i dati del misuratore di potenza.....	211
34. Test del profilo di potenza.....	217
35. Test di laboratorio.....	224
36. Efficienza della pedalata.....	233
37. L'impatto dell'allenamento in quota.....	241
38. L'impatto della resistenza alla fatica.....	246
39. L'impatto della resistenza al rotolamento	250
40. Il record mondiale di velocità	255
41. L'impatto del coefficiente di resistenza dell'aria.....	259
42. L'impatto della pressione dell'aria.....	265
43. L'impatto della temperatura	270
44. L'impatto dell'altitudine	274
45. Il record mondiale dell'ora	283
46. L'impatto della posizione sulla bici e delle sue componenti.....	293
47. L'impatto del succhiare la ruota	301
48. L'impatto del vento	308
49. L'impatto della resistenza del dislivello.....	314
50. Quale velocità si può raggiungere in una scalata?	318
51. L'Alpe d'Huez	322
52. Che velocità si può raggiungere in discesa?.....	327
53. L'impatto della resistenza meccanica	329
54. Rapporti, frequenza di pedalata e lunghezza della pedivella	335
55. Le curve, la pista e il prologo.....	341
56. Accelerazioni e volata finale	347
57. L'impatto del ritmo e della strategia di gara	351
58. Alimentazione prima e durante la gara	358
59. L'impatto del calore.....	365
60. L'impatto della pioggia, del vento e del freddo.....	376

61. Che velocità si può raggiungere nel correre, pattinare sul ghiaccio e salire le scale?.....	380
62. La massima potenza dei velocisti e degli ultra-ciclisti.....	384

PARTE V - I MITI DEL CICLISMO

63. Alimentazione, integratori e succo di barbabietola.....	392
64. Evitate le carenze di vitamina D!	400
65. Non prendete troppe pillole!	406
66. L'impatto del doping.....	409
 Bibliografia	 413
 Crediti	 416

PERCHÉ ABBIAMO SCRITTO QUESTO LIBRO?

*«In teoria, non c'è alcuna differenza tra teoria e pratica.
In pratica, c'è!»*

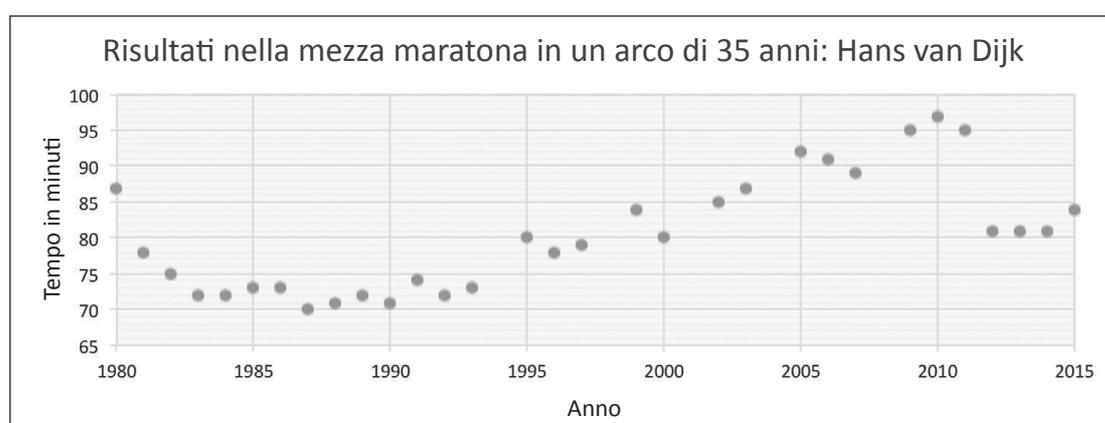
IL SUCCESSO DEI NOSTRI LIBRI NEL MERCATO OLANDESE

Le nostre precedenti opere in olandese^{1,2,3} hanno riscosso un immediato successo fra le comunità di corridori e ciclisti di Paesi Bassi e Belgio. A quanto pare, diverse migliaia di sportivi di queste due discipline condividono il nostro desiderio di comprendere, quantificare e ottimizzare la potenza del motore umano, e di calcolare e prevedere la performance raggiungibile nel proprio sport. In un mercato relativamente piccolo come quello olandese, sono già state vendute oltre 10.000 copie dei nostri libri. Riceviamo centinaia di reazioni entusiastiche da parte dei nostri sostenitori, che definiscono il nostro approccio quantitativo “una rivelazione nei libri sullo sport”. I calcolatori presenti nei nostri siti web www.thesecretofrunning.com e www.thesecretofcycling.com vengono utilizzati da migliaia di corridori e ciclisti desiderosi di scoprire come ottimizzare le proprie prestazioni.

COME MIGLIORARE FORMA FISICA E VELOCITÀ

Da sempre condividiamo la passione per la corsa, il ciclismo e la scienza. La straordinaria storia dei nostri libri comincia nel 2011, quando Hans (all'età di 57 anni) si ritira dalla carica di professore ordinario presso l'Università tecnica di Delft e decide di dedicare il suo tempo alla corsa e allo studio di questa disciplina. Il suo intento è quello di capire se è in grado di migliorare la propria forma fisica e velocità. Hans è un corridore assiduo dal 1980, ma nel corso degli anni i suoi tempi di gara sono andati lentamente peggiorando, come mostrato nel grafico di seguito. Il calo delle

prestazioni con l'avanzare dell'età non sarà certo una sorpresa per i nostri lettori, ma il fatto che Hans sia diventato molto più veloce dopo il 2011 dovrebbe invece stupirli. Dal 2013 in poi, Hans è persino riuscito a guadagnarsi più volte il titolo di campione olandese nella categoria Master (M60). Le ragioni di questi sorprendenti progressi rappresentano il tema dei nostri libri, in cui analizziamo in maniera approfondita i fattori che influenzano le prestazioni e il modo in cui è possibile migliorare forma fisica e velocità.



L'APPROCCIO QUANTITATIVO ALLO SPORT

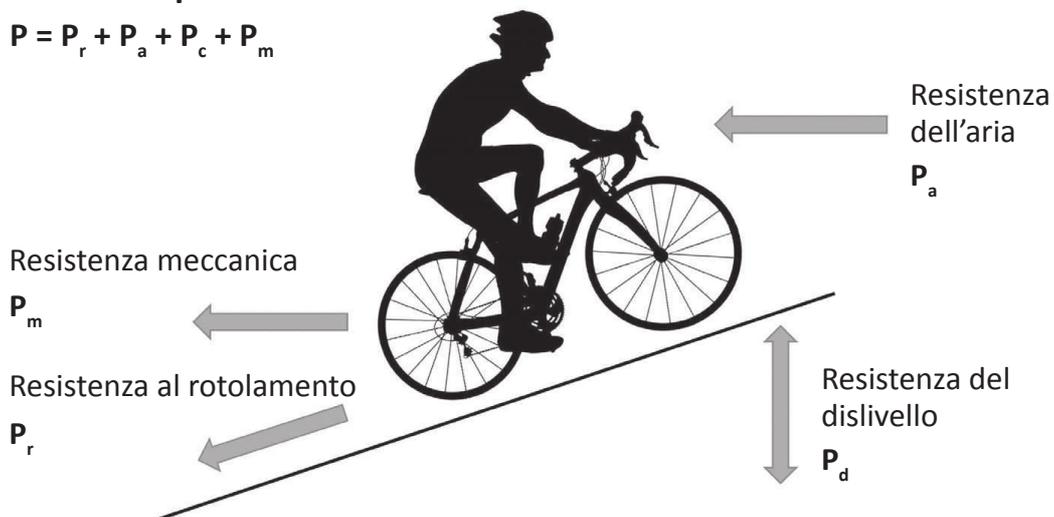
Come scienziati, non eravamo soddisfatti dei manuali tradizionali sulla corsa e sul ciclismo, basati principalmente sulle esperienze di atleti e allenatori. Questi analizzavano i fattori che influenzano la performance, ma solo in maniera qualitativa. Noi, invece, eravamo interessati ai numeri e alle formule concrete che ci avrebbero permesso di calcolare con esattezza le prestazioni. Volevamo inoltre tracciare una linea di demarcazione tra prove scientifiche e opinioni di atleti e allenatori: ecco perché abbiamo deciso di sviluppare modelli basati sulla scienza per tutti i fattori che influiscono sulla performance nella corsa e nel ciclismo, che intendevamo testare usando dati reali ottenuti tramite misurazioni.

LA SCIENZA DEL CICLISMO: LE LEGGI DELLA FISICA E DELLA FISIOLOGIA

Abbiamo sviluppato un modello completo per il ciclismo basato sulle leggi della fisica e della fisiologia (illustrato nella figura qui di seguito), che ci consente di calcolare con esattezza i tempi di gara.

Il modello per il ciclismo

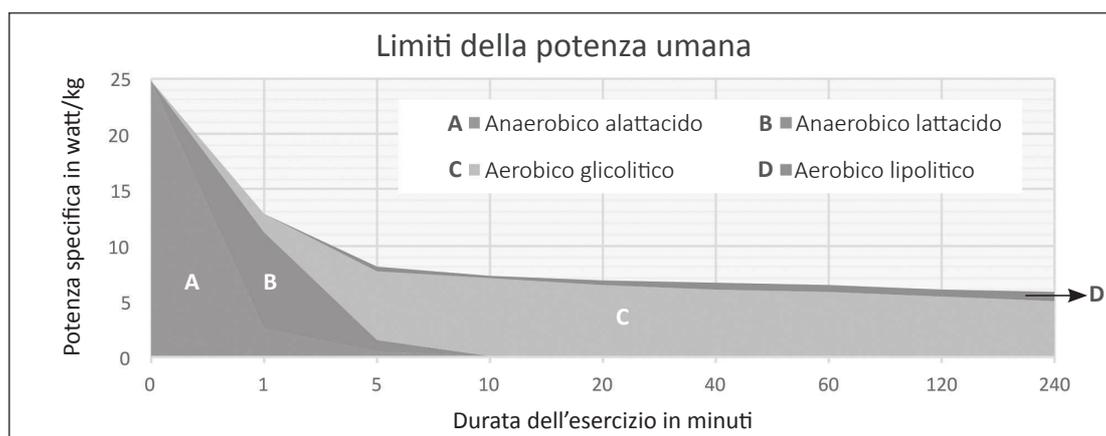
$$P = P_r + P_a + P_c + P_m$$



Il modello considera i muscoli e il sistema cardiovascolare come il motore umano. Questo presenta una determinata capacità che può essere descritta secondo la nozione tradizionale di massimo consumo di ossigeno (VO_{2max}), ma anche in termini di quantità di potenza (P , in watt) espressa. Ovviamente, la potenza (P) dipende da fattori quali talento, allenamento, durata o distanza della corsa, altitudine, tapering e così via.

Nella situazione di equilibrio, la potenza del motore umano (P) viene utilizzata per superare la resistenza al rotolamento (P_r), la resistenza dell'aria (P_a), la resistenza del dislivello (P_d) e la resistenza meccanica (P_m). Di conseguenza, è possibile calcolare la velocità di pedalata e il tempo di gara quando le condizioni della stessa (ad esempio, distanza, suolo, vento, temperatura, salite e altitudine) sono note.

Riteniamo che il nostro modello per il ciclismo rappresenti un importante passo avanti, poiché si basa sulle leggi della fisica e della fisiologia. Questo vale in special modo per il nostro modello della potenza umana. Infatti, tenendo conto della biochimica dei quattro sistemi energetici dei muscoli umani, siamo riusciti a calcolare i limiti assoluti della potenza umana in funzione del tempo, come illustrato nel grafico qui di seguito.



I nostri calcoli mostrano che questi limiti assoluti della potenza umana corrispondono perfettamente alle prestazioni degli atleti d'élite nel ciclismo e in altre discipline sportive, fra cui la corsa.

LA TEORIA DEL QUASI TUTTO: COME CALCOLARE E OTTIMIZZARE I TEMPI DI GARA

Non abbiamo mai incontrato un ciclista che non volesse diventare più veloce. Inoltre, la maggior parte dei ciclisti vuole conoscere l'impatto di tutti i fattori che possono influire sulle proprie prestazioni. Ecco perché in questo libro abbiamo analizzato in maniera sistematica questo impatto. Nei 66 capitoli che seguono, è possibile trovare le risposte a domande quali:

- » Quanto è potente il motore umano?
- » Quale velocità si può raggiungere con un certo motore umano (sia in piano che in salita)?
- » Quanto si rallenta con l'avanzare dell'età?

- » Quanta velocità si guadagna liberandosi del grasso corporeo in eccesso?
- » Quanta velocità si guadagna grazie all'allenamento?
- » Come si può ottimizzare l'allenamento?
- » Quanto tempo si può guadagnare ottimizzando la posizione sulla bici?
- » Quanto tempo si può guadagnare con una bici aerodinamica?
- » Quanto tempo si può guadagnare con una bici leggera?
- » Quanto tempo si può guadagnare con cuscinetti e rapporti migliori?
- » Quanto tempo si può guadagnare con camere d'aria ad alte prestazioni?
- » Quanto tempo si perde a causa del vento?
- » In che modo salita e discesa influiscono sulla velocità?
- » Come si usano i misuratori di potenza?
- » Come si può ottimizzare l'efficienza della pedalata?
- » Qual è il limite assoluto del record mondiale dell'ora?
- » Qual è il limite assoluto del tempo di scalata dell'Alpe d'Huez per un motore umano "pulito", ovvero non potenziato dal doping?
- » Quanto influisce la pressione dell'aria sul tempo di gara?
- » Quanto influisce la temperatura?
- » Quanto influiscono altitudine e allenamento in quota?
- » Quanto tempo si può guadagnare correndo con altre persone o in gruppo?
- » Quanto influiscono l'alimentazione e il carico di carboidrati?

CHI SONO GLI AUTORI?

Hans van Dijk è corridore di lunga data e scienziato. Dal giorno in cui è andato in pensione lasciando la cattedra di docente presso l'Università tecnica di Delft, si è dedicato a studiare le leggi dello sport, sviluppando nuovi concetti e modelli e scrivendo libri e rubriche su corsa, ciclismo e altri sport di resistenza. Inoltre, Hans ha sviluppato i calcolatori per la corsa e il ciclismo, consentendo ai lettori di analizzare e calcolare la propria performance. Come se non bastasse, le sue ricerche hanno condotto a un impressionante miglioramento dei suoi tempi di gara all'età di 60 anni!

Ron van Megen è corridore di lunga data, nonché ingegnere e amministratore delegato. Da oltre 30 anni è amico e compagno di allenamento di

Hans. Si diverte a tenere traccia dei suoi risultati nella corsa e a sfruttare le nuove tecnologie di questa disciplina, tra cui i misuratori di potenza. Proprio come Hans, anche Ron punta a migliorare i suoi tempi di gara ed è stato felice di vederli diminuire del 20% all'età di 55 anni. Ha gestito la realizzazione del libro e ha fornito gran parte delle fotografie.

Guido Vroemen è ciclista, triatleta e medico sportivo. È il medico di squadra, allenatore e istruttore del team di ciclismo olandese Pro-Continental Roompot-Nederlandse Loterij. Inoltre, è proprietario di un centro di medicina dello sport e combina questo lavoro con un'intensa attività di coaching (ad esempio per ciclisti d'élite, triatleti di Ironman e membri dell'associazione olandese di triathlon). È specializzato in fisiologia dell'esercizio, allenamento e corsa con i misuratori di potenza.



Gli autori di questo libro: Hans van Dijk (a destra), Ron van Megen (a sinistra) e Guido Vroemen (al centro).

3. FISIOLOGIA DELLO SPORT

«Il cuore di un ciclista è un organo di livello superiore e più efficiente.»

(dott. J. Wolffe, medico specialista in cardiologia)

In questo capitolo forniremo alcune informazioni di base sul motore umano. In breve, questo è composto dai muscoli delle gambe e dal sistema cardiovascolare (o cardiopolmonare), che assicura l'apporto di ossigeno ai muscoli e lo smaltimento dei metaboliti prodotti.

Quali fattori determinano la potenza del motore umano? Quali sono i carburanti sfruttati dai muscoli e quanta potenza possono produrre? E poi, qual è l'impatto dell'allenamento? L'esercizio causa enormi adattamenti corporei che portano a un miglioramento della forma fisica. Questo miracolo viene descritto in molti manuali^{5,6} e studi. Di seguito, presentiamo un riepilogo degli aspetti più importanti del motore umano.

EFFETTI DELL'ALLENAMENTO

Un allenamento costante ed equilibrato porta ai seguenti adattamenti nei muscoli e nel sistema cardiovascolare.

1. Muscoli

I muscoli delle gambe diventano più forti e i seguenti parametri aumentano:

- numero di mitocondri (responsabili della produzione di energia nelle cellule);
- numero e dimensione delle fibre muscolari;
- numero di capillari e relativo flusso sanguigno;
- scorte di ATP (adenosina trifosfato) e glicogeno;
- numero e attività degli enzimi (miglioramento della scomposizione del glicogeno e degli acidi grassi).

8. POTENZA

*«Sapere è potere.»
(Sir Francis Bacon)*

Nel capitolo precedente abbiamo analizzato l'equazione generale da usare per calcolare il tempo di gara (t) per qualsiasi distanza, una volta noti la potenza (P) del motore umano e il costo energetico (E) per percorrere quella distanza:

$$t = E/P$$

Esempio per una corsa a cronometro di un'ora:

$$E = 1080 \text{ kilojoule}$$

$$P = 300 \text{ watt}$$

$$t = 1.080.000/300 = 3600 \text{ secondi}$$

$$= 1 \text{ ora}$$

In questo capitolo, esamineremo più da vicino il concetto di potenza (P). Ancora una volta, offriremo alcuni esempi tratti dalla vita quotidiana e spiegheremo come è possibile utilizzare questo concetto per svolgere calcoli utili.

LA POTENZA MEDIA DEL MOTORE UMANO

Uno dei modi per scoprire la potenza media del motore umano consiste nel dividere l'apporto calorico giornaliero dal cibo ($E = 10.460 \text{ kJ}$) per il numero di secondi in un giorno ($t = 86.400 \text{ s}$). Il risultato è una potenza media (P) di 121 watt, che equivale più o meno alla potenza espressa da una lampadina tradizionale. Tuttavia, va sottolineato che questo è solo un calcolo teorico della potenza termica media. Nella pratica, si deve tenere conto del

fatto che l'efficienza metabolica è pari solo a circa il 25%, per cui la potenza meccanica media del motore umano è di appena $121 \times 0,25 = 30$ watt.

È ovvio che il motore umano ha la capacità di esprimere una potenza maggiore per un periodo di tempo limitato. A titolo di esempio citiamo il ciclista professionista Chris Froome, che ha pedalato a una potenza di 415 watt nei 39 minuti che gli sono serviti per raggiungere la vetta dell'Alpe d'Huez nel Tour de France del 2015.

Il valore di 30 watt assume ancora più significato se si immagina di usarli per produrre energia con una cyclette. Pedalando per un'intera giornata lavorativa (8 ore), si produrrebbero $8 \times 30 / 1000 = 0,24$ kWh di elettricità, per un valore monetario di appena $0,24 \times 0,05 = 0,012$ €.

ALTRI ESEMPI DI POTENZA

Nel 1777, James Watt definì l'unità di potenza del cavallo vapore (CV) come la quantità di energia prodotta da un cavallo che solleva un peso di 150 kg all'altezza di 30 metri in un minuto. Il costo energetico di questo lavoro può essere calcolato come segue:

$$E = mgh$$

Essendo la costante di gravità $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, E diventa $150 \times 9,81 \times 30 = 44.145$ joule.

Di conseguenza, il CV è pari a:

$$P = E/t = 44.145/60 = 736 \text{ watt}$$

Poiché è noto che un cavallo può facilmente mantenere questa potenza, si può concludere che la potenza di resistenza del motore del cavallo è molto superiore a quella del motore umano.

La potenza delle auto moderne è ancora maggiore. Molte auto sono equipaggiate con un motore da 100 CV o 73.600 watt. Nel capitolo preceden-

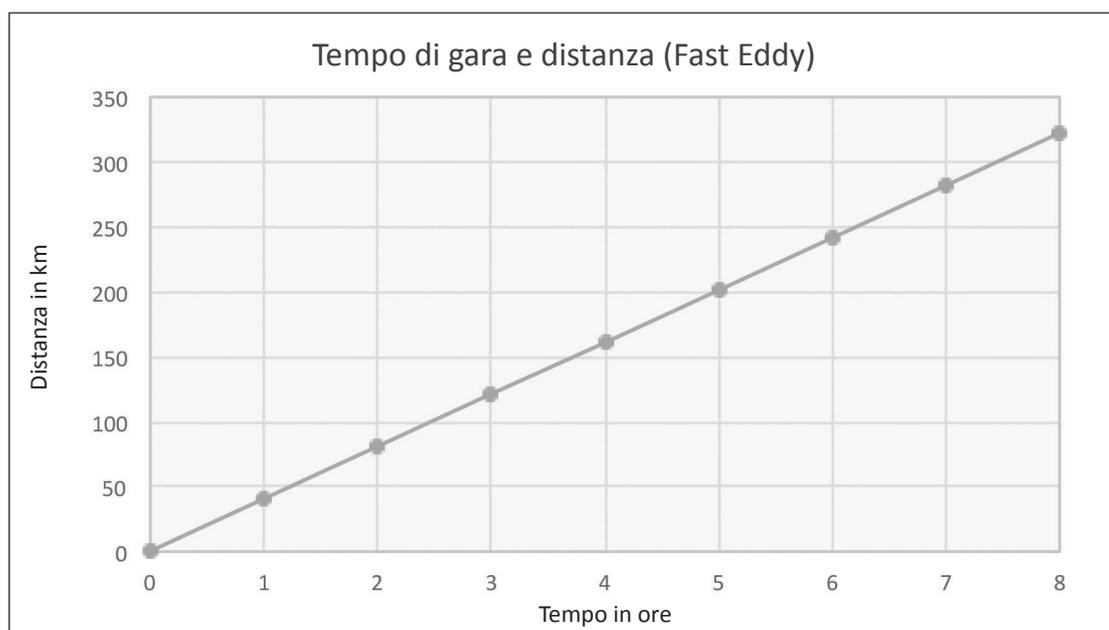
te, abbiamo già visto che il contenuto energetico di una piccola tanica di benzina da 40 litri equivale a $40 \times 28.800 = 1.152.000$ kJ. Di conseguenza, possiamo concludere che il serbatoio sarà vuoto dopo un tempo pari a $t = E/P = 1.152.000/73.600/3.600 = 4,3$ ore di guida a piena potenza.

COME È POSSIBILE CALCOLARE IL TEMPO DI GARA NEL CICLISMO?

Nel capitolo precedente abbiamo già detto che Fast Eddy può percorrere 40,41 chilometri in una corsa a cronometro di un'ora esprimendo una potenza di 300 watt. Supponiamo ancora che questa potenza rimanga costante a 300 watt. Posto questo, possiamo calcolare il tempo di gara in funzione della distanza:

$$t = d/v$$

Ovviamente questa semplice formula indica solo che il suo tempo di gara (t) sarà di un'ora per coprire una distanza (d) di 40,41 chilometri a una velocità (v) di 40,41 km/h. Il grafico qui di seguito illustra il tempo di gara in funzione della distanza.



31. OTTIMIZZARE L'ALLENAMENTO CON I MISURATORI DI POTENZA

«Il successo si misura dai tempi di gara, non dai chilometri percorsi in allenamento.»

La teoria e la pratica del ciclismo sono concordi nel sostenere che occorre allenarsi duramente per correre veloce. Sembra logico, ma cosa si intende per duramente? Qual è il livello ottimale? Ricordate che è necessario strutturare un allenamento che stimoli tutti e quattro i sistemi energetici del motore umano e il cui livello sia paragonabile allo sforzo richiesto da una gara. Un buon allenamento, dunque, non dovrebbe prescindere dai seguenti componenti:

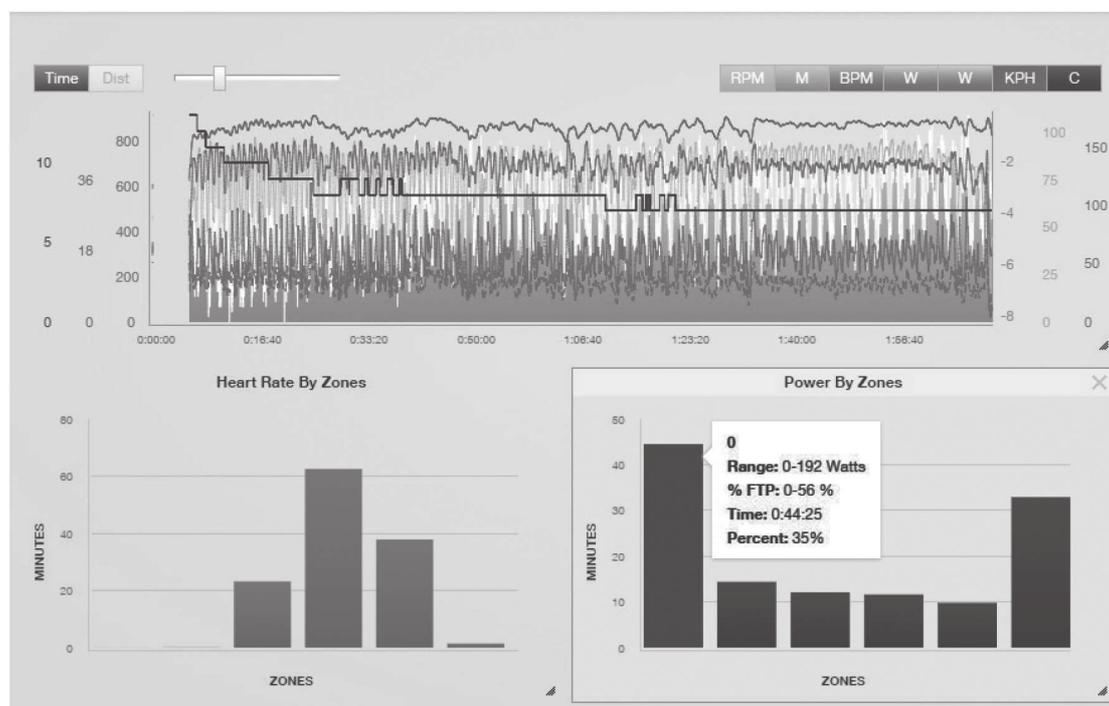
1. Allenamento di resistenza (ritmo lento, lunga durata);
2. Allenamento del passaggio fra sistema aerobico e anaerobico (ritmo all'85-95% della FTP);
3. Allenamento della capacità anaerobica (ritmo al di sopra della FTP, durata molto breve).



I ciclocomputer e i misuratori di potenza sono una grande risorsa per ottimizzare l'allenamento.

ALLENARE LA RESISTENZA

È possibile migliorare la resistenza in maniera significativa. I ciclisti non allenati sono già stanchi dopo un'ora, mentre quelli allenati possono proseguire facilmente per 4-6 ore. Tuttavia, fin troppi ciclisti basano il proprio allenamento solo su sessioni di resistenza a un ritmo troppo blando. Sebbene si tratti di un esercizio fisico piacevole da fare sia da soli sia in gruppo, non è consigliabile limitare l'allenamento a questa modalità. Così facendo, infatti, abiterete il vostro corpo a pedalare a una velocità ridotta e mai a velocità elevate, cosa che è invece necessaria in gara. Il ciclismo è uno sport che prevede molti cambi di ritmo e nelle gare si può assistere all'intero spettro di velocità: dal ritmo blando di resistenza agli sprint massimali. L'impatto dell'allenamento di resistenza sulla capacità aerobica è limitato e quello sulla capacità anaerobica è pari a zero. Sebbene l'allenamento di resistenza sia una parte fondamentale del piano di allenamento, dovrebbe essere accompagnato da stimoli che coinvolgano anche i sistemi anaerobici.



Presentazione in TrainingPeaks di un criterium, che illustra una gara con variazioni di ritmo.

I CICLISTI PICCOLI E MAGRI SONO PIÙ VULNERABILI AL FREDDO

Il quarto e ultimo fattore è la sensibilità al freddo del ciclista. Gli studi sostengono che i ciclisti più piccoli sono i più vulnerabili, poiché hanno una superficie della pelle più estesa rispetto al loro peso corporeo. Di conseguenza, il loro bilancio termico è meno favorevole. Anche i ciclisti con una bassa percentuale di grasso corporeo sono più sensibili, dal momento che il grasso corporeo ha proprietà isolanti. Tim Noakes, l'autore di *The Lore of Running*, è giunto alla conclusione che alle temperature più elevate sono i ciclisti piccoli e magri ad avere la meglio, mentre al freddo la situazione si ribalta.



I ciclisti piccoli e magri sono più vulnerabili al freddo, soprattutto sotto la pioggia.

Manuale completo di ciclismo

Quanta potenza genera il tuo motore umano? Quanta ne serve per pedalare in diverse condizioni? Come si possono ottimizzare le performance nell'allenamento e in gara? Come usare al meglio il misuratore di potenza per perfezionare i propri risultati? Quali sono i limiti delle prestazioni umane?

Manuale completo di ciclismo risponde a tutte queste domande illustrando i fattori decisivi per migliorare la performance ciclistica: allenamento, nutrizione, peso corporeo, peso della bici, ruote, telaio, manubri aerodinamici, misuratori di potenza, vento, salite, temperatura, record orario mondiale e molto altro.

Ricco di grafici, tabelle ed esempi reali, questo manuale si propone come punto di riferimento imprescindibile per tutti i ciclisti e i loro allenatori.



Hans van Dijk dopo essere stato corridore e docente universitario, si è specializzato nello studio delle leggi della corsa e del ciclismo, sviluppando nuovi concetti, modelli e metodi di calcolo delle prestazioni.

Ron van Megen è corridore e ingegnere, determinato da sempre a quantificare i propri risultati e a utilizzare ogni nuova tecnologia a sua disposizione.

Guido Vroemen è ciclista, triatleta, allenatore e medico dello sport; ha fondato un centro di medicina sportiva ed è specializzato in fisiologia, allenamento e misurazione di potenza.

€ 24,00 (i.i.)

ISBN 978-8898574490



9 788898 574490