

NOTE SULL'AUTORE

Aurelio Trofè

Dottorando di ricerca presso Università di Bologna. Laurea magistrale in scienze e tecniche dell'attività motoria preventiva e adattata 110/110 Lode, Università di Bologna. Laurea in scienze delle attività motorie e sportive, Università di Bologna. Titolare di www.sportscienzaalute.it



LA RISERVA DI FREQUENZA CARDIACA PER LA STIMA DEL CARICO INTERNO E DELLA FITNESS AEROBICA

di Aurelio Trofè

In questo breve articolo, ci occuperemo della riserva di frequenza cardiaca, anche detta dall'inglese HRR (*heart rate reserve*): l'HRR rappresenta la differenza fra la frequenza cardiaca massima e quella di riposo di un soggetto e, nel corso di questo articolo, scopriremo il suo utilizzo funzionale rispetto all'attività fisica. Vedremo come la riserva di frequenza cardiaca possa risultare un importante mezzo per la valutazione del carico interno durante uno sforzo, e come possa fornirci una prima stima del livello di fitness aerobica di un soggetto,

specialmente quando non si hanno informazioni dettagliate riguardo la persona in oggetto. In aggiunta, spiegheremo la correlazione che lega l'HRR al livello di fitness aerobica e cardiovascolare di un soggetto, all'economia dello sforzo fisico e al massimo potenziale esprimibile; inoltre, accenneremo all'importanza di programmi di allenamento volti all'incremento della riserva di frequenza, grazie alle importanti modifiche fisiologiche indotte a livello cardiovascolare dall'allenamento di tipo aerobico.



**INTRODUZIONE:
BREVI CONCETTI FISIOLGICI**

Per supplire alle richieste di uno sforzo fisico, il cuore deve incrementare i volumi ematici di gittata cardiaca, al fine di aumentare la quantità di sangue e ossigeno che giunge alla periferia muscolare, soddisfacendo così le richieste metaboliche indotte dall'esercizio fisico; l'aumento dei volumi di gittata cardiaca (GC), è ottenuto dall'incremento della frequenza cardiaca (FC) e dall'aumento dei volumi di gittata sistolica (GS): il volume totale di sangue che il cuore "pompa" al minuto, è pertanto ottenuto dal prodotto fra la frequenza cardiaca (espressa in battiti/minuto) e la gittata sistolica (espressa in ml) ($GC = FC \times GS$).

Vi è una proporzionalità diretta che lega l'intensità dello sforzo fisico ai valori di gittata cardiaca, entrambi correlati a loro volta al consumo d'ossigeno dell'organismo (VO_2), che di fatto rappresenta la richiesta metabolica determinata dall'attività fisica. Se la frequenza cardiaca può incrementare dai propri valori basali fino a quelli massimi, i volumi di gittata sistolica possono incrementare di circa il doppio rispetto ai valori di riposo, raggiungendo il plateau per intensità di sforzo sottomassimali: ciò significa che durante sforzi fisici particolarmente intensi, come quelli superiori alla soglia anaerobica lattacida, l'incremento dei volumi di gittata cardiaca è ottenuto grazie al solo aumento dei valori di frequenza cardiaca.

Valori di frequenza cardiaca (FC) e gittata sistolica (GS) durante test incrementale

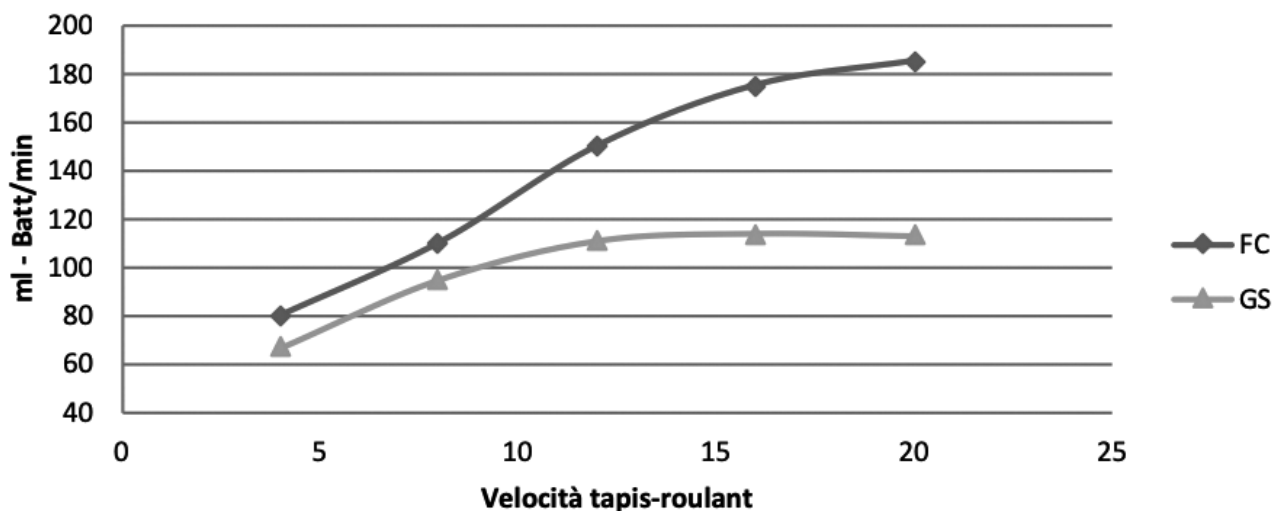


Figura 1
Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport (Wilmore e Costill 2005)

Approfondendo ulteriormente il rapporto che lega la frequenza cardiaca all'intensità dello sforzo fisico, sebbene nella realtà pratica la correlazione che lega l'incremento dei 2 valori non sia del tutto lineare e sovrapponibile, possiamo tuttavia accettare un certo rapporto di proporzionalità diretta che lega l'incremento dello sforzo con l'incremento della frequenza (specialmente per intensità sotto soglia anaerobica). Riassumendo i concetti fisiologici in funzione della prestazione fisica, per sostenere l'incremento dell'intensità dello sforzo è necessario aumentare la gittata cardiaca attraverso un incremento dei volumi di gittata sistolica e dei valori di frequenza cardiaca.

Correlazione Sotto Soglia

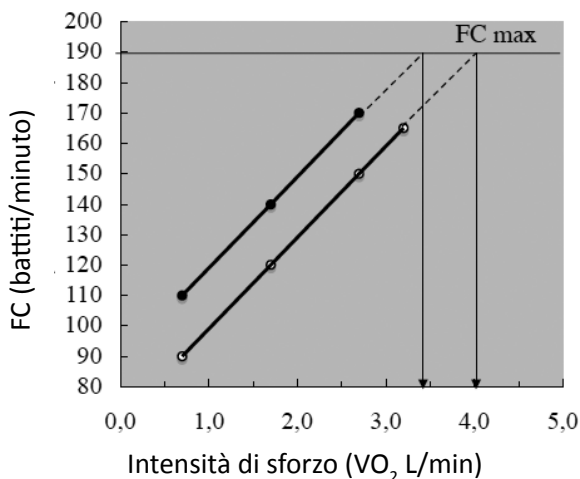


Figura 2
Correlazione fra i valori incrementali di sforzo fisico e i valori incrementali di frequenza cardiaca durante test sottomassimale e sotto soglia anaerobica (Fisiologia dell'Uomo 2010)

RISERVA DI FREQUENZA CARDIACA (HRR)

La riserva di frequenza cardiaca, dall'inglese *Heart Rate Reserve* (HRR), rappresenta la differenza fra la frequenza cardiaca massima e la frequenza cardiaca a riposo (entrambe espresse in battiti/minuto), frequenza misurata al mattino appena svegli, rimanendo ancora sdraiati sul letto: supponendo che un soggetto abbia una frequenza cardiaca a riposo di 60 bat/min e una frequenza cardiaca massima di 200 bat/min, questi avrebbe una riserva di frequenza cardiaca pari a 140.

La riserva di frequenza cardiaca rappresenta un importante parametro per il monitoraggio del carico interno durante lo sforzo fisico, in quanto risulta maggiormente accurata e rappresentativa dello sforzo realmente espresso dal soggetto, rispetto alla semplice frequenza cardiaca assoluta, espressa sia in percentuale della massima (%FCmax) che in battiti/minuto; in aggiunta, l'HRR rappresenta un valido parametro per monitorare i miglioramenti del livello di fitness atletica e cardiovascolare di un soggetto.

Come abbiamo visto in precedenza, l'incremento dello sforzo è direttamente correlato all'incremento della frequenza cardiaca e pertanto la capacità, o meglio, la possibilità d'incrementare i valori di frequenza cardiaca durante lo sforzo fisico, si riflette direttamente sulla prestazione assoluta: semplificando il concetto, possiamo immaginare l'HRR come un contenitore di monete che via via si svuota, per pagare e sostenere il prezzo richiesto dall'intensità incrementale dello sforzo fisico; poichè ogni aumento d'intensità determina un costo metabolico superiore per l'organismo, avere una maggiore riserva di frequenza cardiaca consente di poter raggiungere, ma soprattutto sostenere, intensità di sforzo superiori; viceversa una limitata riserva di frequenza cardiaca non permette ad un soggetto di poter sostenere le massime intensità di sforzo potenzialmente raggiungibili.

L'esempio a seguire chiarirà e agevolerà la comprensione dei concetti espressi in fase introduttiva, facilitando il passaggio dal lato teorico a quello strettamente pratico dell'attività fisica: supponiamo che 2 soggetti, stessa frequenza cardiaca massima (200 b/min) ma differente HRR, con il primo che possiede una riserva di 150 (200 b/min FCmax - 50batt/min FC riposo), mentre il secondo una riser-

va di 130 (200batt/min FCmax - 70b/min FC riposo); supponiamo che entrambi partano da una condizione di riposo, iniziando l'allenamento sul tapis-roulant correndo a una velocità di 8 km/h; presupponendo che questa intensità di sforzo determini un incremento del costo cardiometabolico di circa il doppio rispetto allo stato di riposo, il primo soggetto correrebbe a 8 km/h con una FC di 100b/min e un HRR rimanente di 100, mentre il secondo correrebbe alla stessa velocità con FC di 140b/min e HRR 60; un'intensità di sforzo tale da incrementare il costo cardiometabolico di circa 2,5 volte rispetto al proprio stato di riposo, avrebbe determinato nel primo soggetto una FC di 150 e un HRR rimanente di 50, mentre nel secondo un FC di 175 e un HRR rimanente di 25.

Risulta chiaro che una certa intensità di sforzo fisico possa determinare un differente carico interno, secondo il livello di fitness aerobica di un soggetto, livello che possiamo appunto stimare attraverso la riserva di frequenza cardiaca iniziale; laddove per una certa intensità, un soggetto abbia un HRR rimanente di 50 e un soggetto di 25, risulta chiaro come il primo possa incrementare l'intensità di sforzo in maniera cospicua, mentre il secondo soggetto possa incrementare l'intensità in maniera limitata.

Ancor più importante è l'utilizzo dell'HRR quando ci troviamo a dover "testare" un soggetto per la prima volta, o programmare per lui stesso un allenamento senza averlo mai conosciuto prima, e senza sapere nulla del suo livello di fitness aerobica: una semplice misura della sua frequenza cardiaca basale attraverso l'uso di un cardiofrequenzimetro, unita alla stima della sua FCmax (220-età), può darci subito il suo valore di HRR e fornirci una prima stima dell'intensità di lavoro a cui possiamo sottoporre il soggetto.

Poichè l'incremento dell'intensità di sforzo è direttamente correlato all'aumento dei valori di frequenza cardiaca e consumo d'ossigeno, e poichè ogni incremento d'intensità rappresenta un costo cardio-metabolico da pagare attraverso un consumo di riserva di frequenza, è intuibile che un soggetto con maggiore HRR possa raggiungere e sostenere intensità



di sforzo superiori rispetto a un soggetto con minore HRR, il quale consumerà l'intera riserva di frequenza cardiaca per intensità di sforzo fisico massimale inferiori nei valori assoluti (ponendo termine alla prestazione fisica da lì a poco).

La più alta o più bassa riserva di frequenza cardiaca, che si traduce funzionalmente in una maggiore o minore economia dello sforzo fisico, è direttamente correlata al più alto o basso livello di fitness aerobica, in quanto l'adattamento positivo maggiormente evidente

offerto dall'allenamento aerobico è proprio la diminuzione dei valori di FC a riposo, unito al contemporaneo incremento dei volumi di gittata sistolica (coi valori di gittata cardiaca basali pressoché identici): poiché la frequenza cardiaca massima è fortemente influenzata dall'età, l'unico modo per incrementare l'HRR e migliorare l'economia dello sforzo fisico (e conseguenzialmente la prestazione), è proprio incrementare il tono bradicardico del cuore attraverso un programma di allenamento aerobico, con conseguenziale diminuzione dei valori di frequenza cardiaca a riposo.

Prestazione in un test incrementale massimale dopo un periodo di allenamento aerobico di medio periodo (FC)

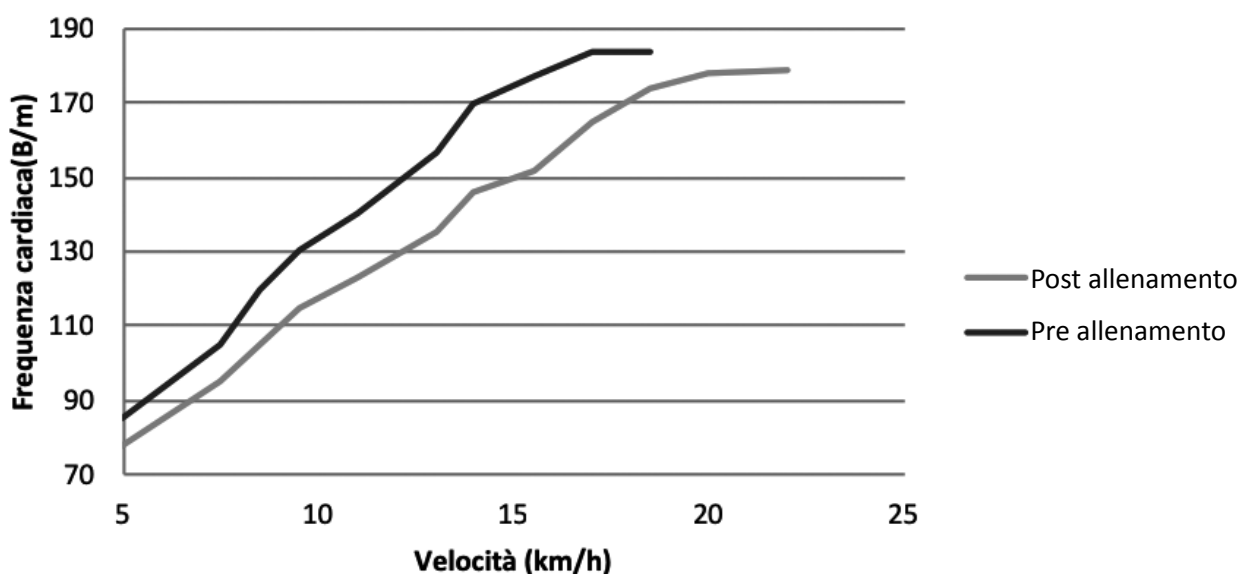


Figura 3
Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport (Wilmore e Costill 2005)



La maggiore economia dello sforzo fisico offerta dal più alto livello di fitness aerobica, viene favorita oltre che dall'aumento dell'HRR (grazie alla diminuzione della FC di riposo), anche dall'aumento dei volumi di gittata sistolica, permettendo così al soggetto di incrementare la gittata cardiaca maggiormente

con la gittata sistolica e meno con la frequenza cardiaca, risparmiando così più HRR da utilizzare alle più alte intensità di sforzo, laddove in virtù del plateau della gittata sistolica, l'ulteriore incremento dei volumi ematici è possibile solamente grazie all'incremento dei valori di frequenza cardiaca.

Prestazione in un test incrementale massimale dopo un periodo di allenamento aerobico (GS)

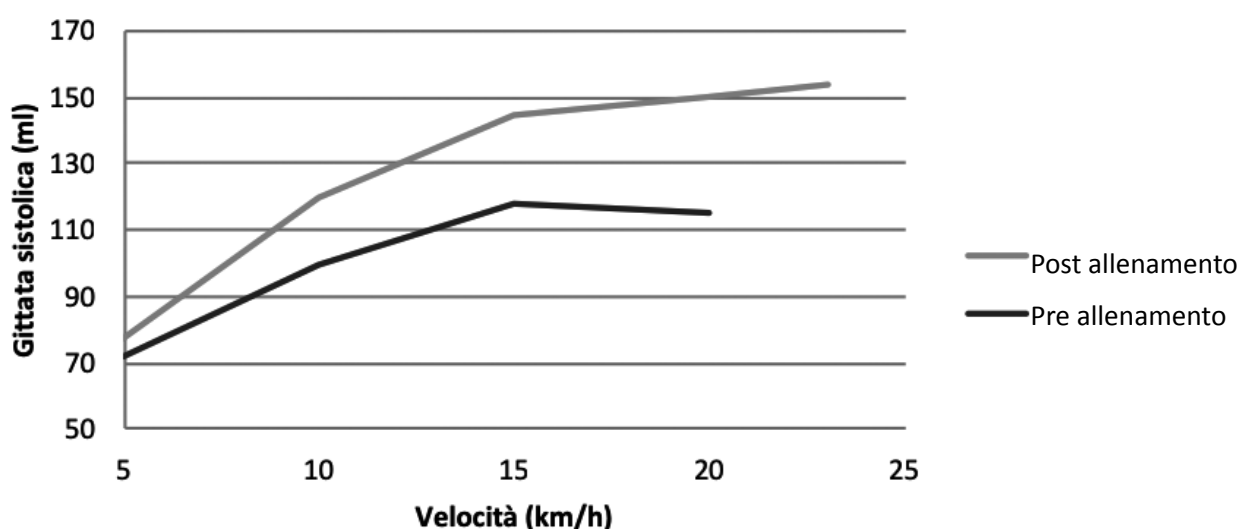


Figura 4

Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport (Wilmore e Costill, 2005)

INDIVIDUALIZZAZIONE E MONITORAGGIO DEL CARICO DI LAVORO

L'individualizzazione del carico allenante risulta necessaria in virtù del diverso carico interno che un'intensità di sforzo può determinare in diversi soggetti, anche a parità di forza meccanica espressa: una corsa costante a 14 Km/h, ad esempio, può avere un costo cardiometabolico differente, a seconda del livello di fitness aerobica di un soggetto, livello che possiamo stimare attraverso la riserva di frequenza cardiaca e/o rispetto alla percentuale di HRR registrata in funzione dell'intensità di sforzo.

In precedenza, abbiamo spiegato come e perchè una maggiore riserva di frequenza cardiaca determini la capacità e soprattutto la possibilità di poter raggiungere e sostenere intensità di sforzo fisico superiori: sebbene il valore assoluto di HRR offra già di per se una prima stima del livello aerobico di un soggetto, analizzeremo ora il carico interno registrato in funzione dell'intensità di sforzo o altresì, in funzione della forza meccanica espressa.

Supponendo che 2 soggetti abbiano entrambi una frequenza cardiaca massima di 200 b/min, e corrano entrambi alla velocità costante di 15 km/h, il carico interno può risultare differente a seconda dei valori di FC registrati e dei valori di HRR in corso di sforzo: se il primo soggetto ad esempio, avesse una HRR di 120 (FC max 200- FC riposo 80) e il secondo un HRR di 145 (FCmax 200- FC riposo 55) a parità di altre condizioni, il primo rispetto al secondo registrerebbe valori di FC più alti per quella velocità di corsa, con conseguente maggior carico interno; se ad esempio a 15 Km/h, il primo soggetto esprimesse una frequenza cardiaca di 180 B/min, corrispondente all'83% della sua HRR ($180 \text{ B/min FC sforzo} - 80 \text{ B/min FC riposo} = 100 \rightarrow 100/120 * 100 = 83,3$), il secondo soggetto raggiungerebbe la stessa percentuale di HRR (83%) e pertanto lo stesso carico interno, ad una velocità di corsa sicuramente superiore.



Test massimale in soggetti non allenati e in calciatori prima e dopo un periodo di allenamento aerobico

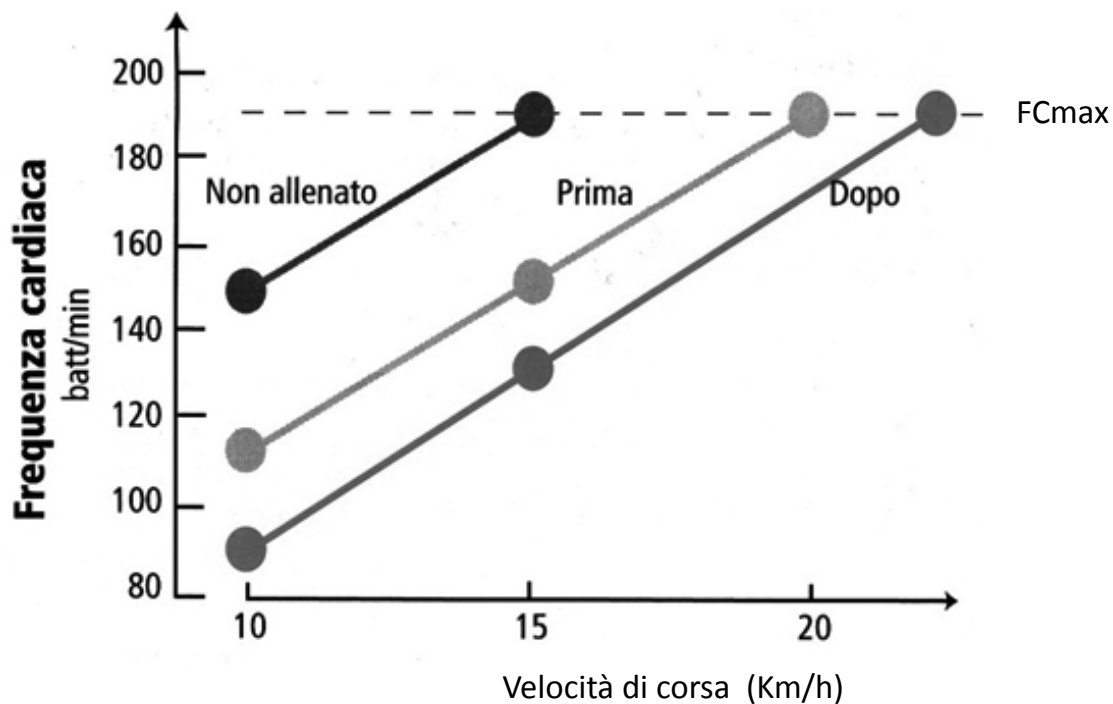


Figura 5
Test massimale pre e post allenamento nei calciatori

È possibile valutare l'efficienza prestativa determinata dal maggior o minor grado di fitness atletica, anche rapportando la potenza meccanica espressa in funzione della FC o della %HRR: l'esempio sottostante mostra come una persona allenata aerobicamente, riesca ad esprimere a parità di frequenza cardiaca, una potenza meccanica esterna superiore rispetto a un soggetto sedentario o scarsamente allenato.

%HRR E %VO₂

Sia per il monitoraggio del carico allenante sia per l'individualizzazione dello stesso, un vantaggio offerto dall'uso della %HRR in sostituzione della frequenza cardiaca assoluta, è dato dalla stima fornita rispetto al consumo di ossigeno (VO₂) durante l'attività: sebbene si tratti di una stima indicativa fortemente influenzata dalla variabilità inter-individuale, i valori stimati risultano assai utili per individuare il VO₂ entro un probabile range, anche in assenza di costose apparecchiature da laboratorio come il metabolometro.

Se a livello teorico possiamo assumere una certa sovrapposizione lineare fra i valori di VO₂ e HRR, occorre precisare che nella pratica tali valori risultano spesso differenti fra loro, con scarti più o meno ampi a seconda del soggetto e del suo livello di fitness aerobica; purtuttavia, come già detto in precedenza, avere una stima indicativa del consumo d'ossigeno in corso di sforzo risulta assai utile per la programmazione dei carichi allenanti e per il monitoraggio dei miglioramenti di fitness aerobica e cardiovascolare.

Un incremento della riserva di frequenza cardiaca è spesso accompagnato da un aumento della massima intensità di sforzo sostenibile e da un aumento del massimo consumo di ossigeno (VO₂max); inoltre, l'aumentata riserva di frequenza cardiaca si traduce in una maggiore economia dello sforzo fisico per pari intensità e in un più alto livello di fitness aerobica e cardiovascolare, traducendosi in un incremento del massimo potenziale esprimibile a livello prestativo. ■

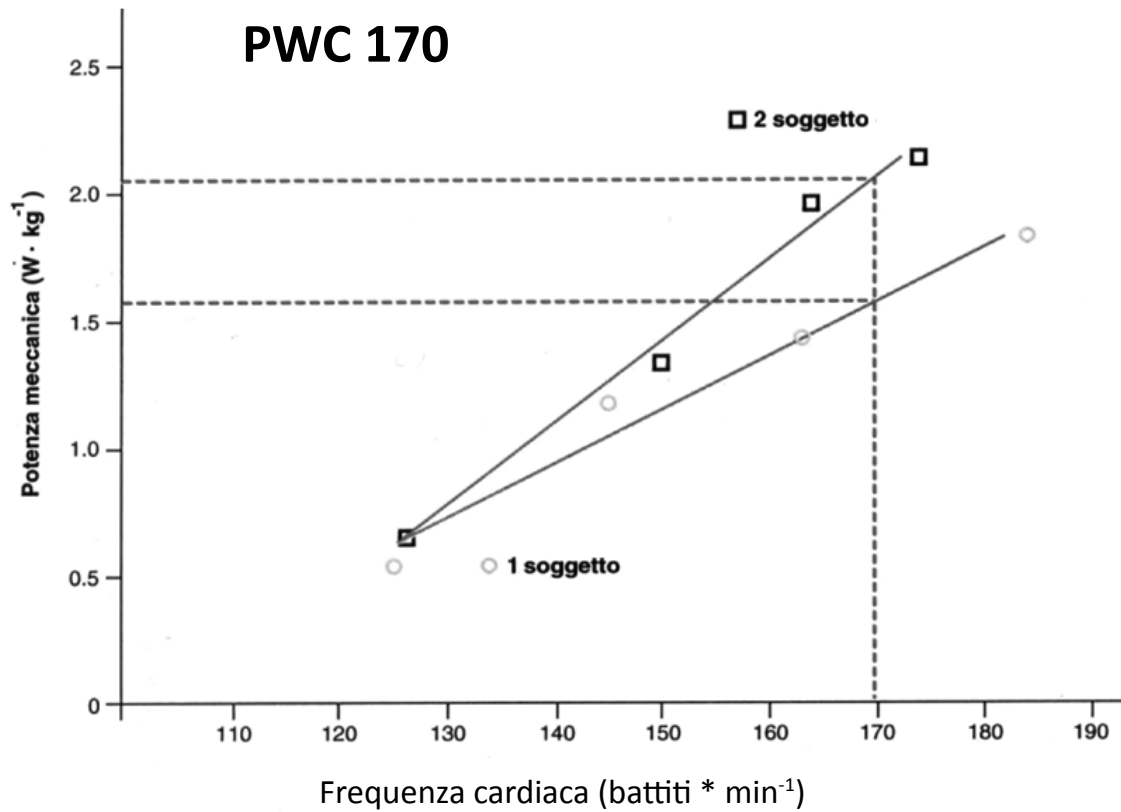


Figura 6
Potenza meccanica espressa alla FC di 170 b/min in un soggetto scarsamente allenato (1°soggetto) e in un soggetto allenato (2°soggetto)

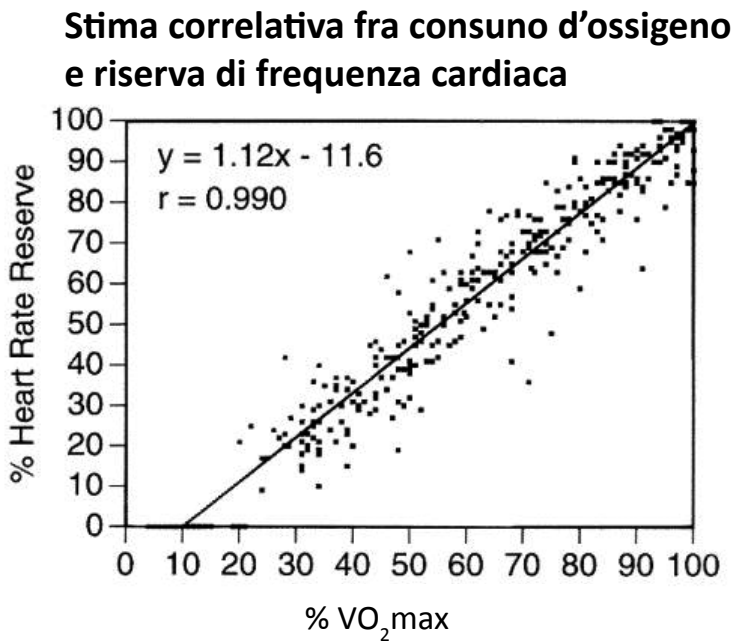


Figura 7
American College of Sports Medicine 1997 29(3)

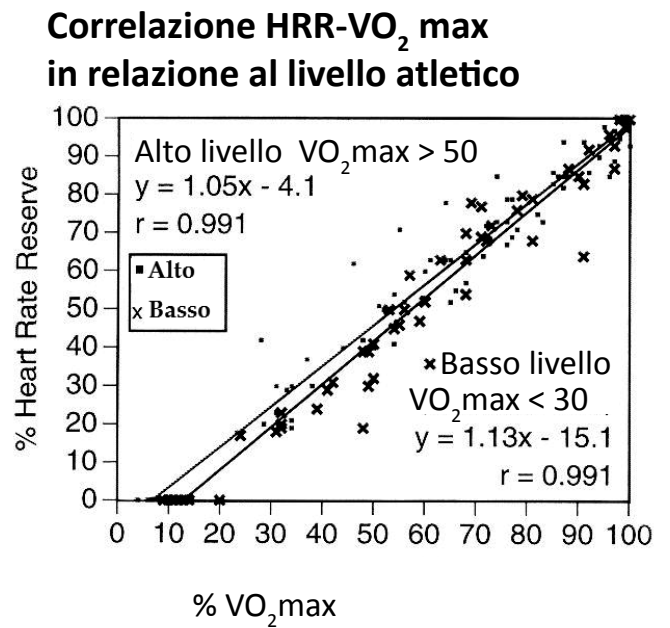


Figura 8
American College of Sports Medicine 1997 29(3)



ABSTRACT

In this article, we talk about heart rate reserve (HRR) which represents the difference between the maximum heart rate and rest heart rate of a subject; in this article, we will evaluate its use with respect to physical and sports activity. We analyze how the heart rate reserve can be an important means for assessing the internal load during an effort, and how it can provide us with a first estimate of a person's aerobic fitness level, especially when there is no detailed information about this person. In addition, we will explain the correlation that binds HRR to a person's aerobic and cardiovascular fitness level, to the economy of physical exertion and to maximum expressive potential in sport activity; furthermore, we will mention the importance of training programs aimed at increasing the HRR, by the physiological and cardiovascular changes induced by aerobic training.

BIBLIOGRAFIA

1. Fisiologia dell'uomo 2010, AA.VV, Edi Ermes
2. Medicine & Science in Sports & Exercise, American College of Sports Medicine 1997 Volume 29(3)
3. Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport 2005, Wilmore e Costill Calzetti & Mariucci
4. L'allenamento ottimale, J. Weineck, 2009 Calzetti Mariucci
5. Scienza dell'allenamento fisico e sportivo, Trofè A. 2017 Independent pub Asin B077YGYJ2