



**Università degli Studi di Verona  
Scienze Motorie**

**Corso in Tecniche e Metodologia dell'Allenamento  
Laurea triennale in Scienze delle Attività Motorie e Sportive  
Titolare del corso prof. Federico Schena**

**Materiali Didattici**

# **LA TEORIA IN PRATICA**

Schede ed approfondimenti per la realizzazione di esercitazioni pratiche di tecniche e metodologia dell'allenamento per il corso in Scienze delle Attività Motorie e Sportive



A cura di

**Dott. Cantor Tarperi  
Dott.sa Chiara Gattoni**

**SCOPO**

Rilevazione e valutazione della risposta cardiaca in diverse modalità di esercizio intervallato su treadmill con modalità di recupero passivo e attivo.

**LIVELLO****TEMPO**

60'

**OPERATORI**

1

**PERSONE**

4

2 soggetti eseguono gli esercizi	1
soggetto controlla il tempo	1
soggetto legge le HR	
1 soggetto scrive le HR	

**MATERIALE**

4 Treadmill  
4 "Polar" completi  
1 pc

**PREMESSE**

L'esercizio intervallato consente di aumentare notevolmente il carico di lavoro mantenendolo a intensità elevata, fatto non possibile se l'esercizio fosse continuo. Si tratta di dosare opportunamente i carichi di lavoro e i tempi di recupero. Le "ripetute" possono durare da pochi secondi ad alcuni minuti, a seconda della finalizzazione specifica del programma di allenamento.

Per impostare un programma di allenamento intervallato occorre considerare l'intensità del lavoro, la durata della ripetuta, la durata del tempo di recupero, il tipo di recupero (attivo o passivo) ed il numero totale di ripetute in una sessione lavorativa.

Così come per gli altri tipi di allenamento, anche in questo caso l'intensità dell'esercizio deve essere scelta in relazione al sistema energetico di cui si vuole ottenere un miglioramento. Il recupero può essere passivo o attivo. In generale si esprime il tempo di recupero come rapporto rispetto alla durata della ripetuta. Il rapporto durata recupero/durata della ripetuta consigliato per allenare il sistema ATP-CP in genere è 1/3. Se si vuole invece allenare il sistema glicolitico a breve termine bisogna abbassare a 1/2 il rapporto durata recupero/durata ripetuta. Questi rapporti dovrebbero consentire una parziale risintesi di fosfati intramuscolari (ATP e CP) ed un buon smaltimento di lattato tra una ripetuta e l'altra senza che si sviluppi una sensazione troppo marcata di fatica. Per allenare il sistema aerobico a lungo termine il rapporto va da 1/1 a 1/1,5. La durata del recupero è tale da non consentire il ritorno del consumo d'ossigeno al valore basale prima dell'inizio della successiva ripetuta. Con questo tipo di allenamento si realizza un sovraccarico metabolico e cardiovascolare anche se la durata delle singole ripetute è relativamente breve. La durata del periodo di recupero non è così cruciale con l'aumentare della durata globale dell'allenamento intervallato; vi è infatti tutto il tempo perchè si realizzino adattamenti metabolici e cardiovascolari durante l'esercizio.

**DESCRIZIONE**

Si esegua un riscaldamento di 10' su treadmill da effettuare prima delle due prove.

**ESERCIZIO 1:**

- Si chiedi al primo soggetto di svolgere dieci intervalli di corsa su treadmill, costituiti da 10" di lavoro ad un'intensità di circa il 100% del massimo consumo d'ossigeno (significa che ciascun soggetto dovrà coprire 50 m ogni 10" di lavoro) e 10" di recupero attivo (corsa blanda). L'esercizio dovrà essere seguito da cinque minuti di defaticamento.
- Successivamente, dopo circa dieci minuti di recupero passivo, si chiedi allo stesso soggetto di svolgere quattro intervalli di corsa, costituiti da 120" di lavoro ad un'intensità di circa il 100% del massimo consumo d'ossigeno (significa che ciascun soggetto dovrà coprire 500 m ogni 120" di lavoro) e 60" di recupero attivo (corsa blanda). L'esercizio dovrà essere sempre seguito da cinque minuti di defaticamento.

**ESERCIZIO 2:**

Si chiedi al secondo soggetto di svolgere le precedenti esercitazioni (a e b) con la stessa modalità, intensità e durata, ma effettuando questa volta un recupero di tipo passivo.

RISPOSTA DELLA FREQUENZA CARDIACA ALL'ESERCIZIO INTERVALLATO					SCHEDA N°	1
<b>ESERCITAZIONI</b>						
Ogni gruppo svolga gli esercizi descritti in precedenza. Per ciascun esercizio si effettui un monitoraggio della frequenza cardiaca riportandone i valori nelle tabelle della pagina seguente. La FC dovrà essere presa successivamente dopo ogni intervallo composto da tempo di lavoro e tempo di recupero (10"+10" e 120"+60"). A questo punto si riporti l'andamento delle frequenze cardiache sugli assi cartesiani e si faccia un'analisi ed un confronto tra le diverse tipologie di esercitazioni proposte.						
<b>RISULTATI</b>						
<b>PROVA 1</b>	SOGGETTO: ETA': BASALE: FC MASSIMA:		FC	<b>PROVA 2</b>	SOGGETTO: ETA': BASALE: FC MASSIMA:	
<b>ESERCIZIO a)</b>	<b>FC</b>	<b>t tot</b>		<b>ESERCIZIO a)</b>	<b>FC</b>	<b>t (tot)</b>
	<b>(bpm)</b>	<b>(s)</b>			<b>(bpm)</b>	<b>(s)</b>
FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero attivo)				FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero passivo)		
1				1		
2				2		
3				3		
4				4		
5				5		
FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero attivo)				FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero passivo)		
1				1		
2				2		
3				3		
4				4		
5				5		
<b>ESERCIZIO b)</b>	<b>FC</b>	<b>t tot</b>		<b>ESERCIZIO b)</b>	<b>FC</b>	<b>t (tot)</b>
	<b>(bpm)</b>	<b>(s)</b>			<b>(bpm)</b>	<b>(s)</b>
FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero attivo)				FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero passivo)		
1				1		
2				2		
FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero attivo)				FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero passivo)		
1				1		
2				2		
<b>BIBLIOGRAFIA</b>						
<ol style="list-style-type: none"> <li>Astrand I, Astrand Po, Christensen Eh, Hedman R. Intermittent Muscular Work. Acta Physiol Scand 48:448–453, 1960.</li> <li>Berger NJA, Tolfrey K, Williams AG, Jones AM. Influence Of Continuous And Interval Training On Oxygen Uptake On-Kinetics. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 38, No. 3, Pp. 504–512, 2006.</li> <li>Billat Lv. Interval Training For Performance: A Scientific And Empirical Practice. Special Recommendations For Middle- And Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. Sports Med. 2001;31(1):13-31.</li> <li>Borel B, Leclair E, Thevenet D, Beghin L, Berthoin S, Fabre C. Correspondences Between Continuous And Intermittent Exercises Intensities In Healthy Prepubescent Children. Eur J Appl Physiol. 2010 Mar;108(5):977-85.</li> <li>Christensen EH, Hedman R, Saltin B. Intermittent and continuous running. Acta Physiol Scand 1960; 50: 269-86.</li> <li>Dupont G, Blondel N, Berthoin S. Performance For Short Intermittent Runs: Active Recovery Vs. Passive Recovery. Eur J Appl Physiol. 2003 Aug;89(6):548-54.</li> <li>Signorile Jf, Ingalls C, Tremblay Lm. The Effects Of Active And Passive Recovery On Short-Term, High Intensity Power Output. Can J Appl Physiol. 1993 Mar;18(1):31-42.</li> <li>Zafeiridis A, Sarivasiliou H, Dipla K, Vrabas Is. The Effects Of Heavy Continuous Versus Long And Short Intermittent Aerobic Exercise Protocols On Oxygen Consumption, Heart Rate, And Lactate Responses In Adolescents. Eur J Appl Physiol. 2010 Sep;110(1):17-26.</li> </ol>						

**SCOPO**

Rilevazione e valutazione della risposta cardiaca in diverse modalità di esercizio intervallato o incrementale al cicloergometro con l'utilizzo di arti inferiori, superiori e combinati.

	<b>LIVELLO</b>	
	<b>TEMPO</b>	60'
	<b>OPERATORI</b>	1
	<b>PERSONE</b>	4
	2 soggetti eseguono gli esercizi 1 soggetto controlla il tempo 1 soggetto legge le HR 1 soggetto scrive le HR	
	<b>MATERIALE</b>	
2/4 cicloergometri arti inferiori 2/4 cicloergometri arti superiori 4 "Polar" completi 1 pc		

**PREMESSE**

Un esercizio eseguito con gli arti superiori è in grado di provocare differenti risposte metaboliche e cardiovascolari rispetto ad un esercizio eseguito con gli arti inferiori, che richiede prevalentemente l'attivazione della muscolatura delle gambe (maggiore massa). Il massimo consumo d'ossigeno ottenuto praticando un esercizio con le braccia è inferiore del 20/30% rispetto a un esercizio che coinvolge gli arti inferiori. Similmente, si è visto essere inferiori anche i massimi valori raggiunti di ventilazione polmonare e frequenza cardiaca. Le differenze sono attribuibili in gran parte al fatto che la massa muscolare delle braccia è largamente inferiore rispetto alla massa dei muscoli delle gambe. Durante esercizi sottomassimali si rovescia l'assunto secondo il quale, durante esercizi massimali, esercizi compiuti con gli arti inferiori determinano un maggiore consumo d'ossigeno rispetto a quelli compiuti con gli arti superiori. Il VO<sub>2</sub>, a parità di carico, è maggiore nel caso di lavoro svolto con le braccia. Tutto questo è dovuto ad una componente statica di contrazione muscolare che dissipa energia senza compiere lavoro e da un reclutamento addizionale di gruppi muscolari che fissano la gabbia toracica. Per ogni valore di consumo d'ossigeno, sia in termini assoluti che come percentuale del massimo consumo d'ossigeno, il grado di impegno fisico è maggiore nel caso del lavoro eseguito con le braccia rispetto a quello eseguito con le gambe. Più in dettaglio, risultano superiori la ventilazione polmonare, la frequenza cardiaca e la sensazione soggettiva di fatica. È inoltre superiore la pressione arteriosa quando si esegue un esercizio fisico con gli arti superiori. Il variare della posizione delle braccia, tenute a livello del cuore o sopra o sotto, non cambia la situazione: tale tipo di lavoro è sempre più impegnativo sul piano fisico, rispetto ad uno compiuto con le gambe. La maggior frequenza cardiaca che si ottiene durante esercizio sottomassimale con le braccia deriva probabilmente da due fattori: una maggior componente nervosa eccitatoria sui centri vasomotori bulbari di origine centrale ed una maggior componente periferica, proveniente dai recettori dei muscoli e degli arti in movimento. Nel caso del lavoro compiuto con le braccia, per ogni intensità di lavoro sottomassimale, lo sforzo sviluppato dai muscoli, normalizzato per la sezione muscolare, è sempre maggiore rispetto a quello sviluppato dai muscoli delle gambe, di conseguenza è anche maggiore la produzione di metaboliti. Questo comporta una maggior stimolazione dei recettori tissutali e quindi un maggior input nervoso afferente ai centri midollari, con conseguente aumento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa. Il fatto che la frequenza cardiaca massima sia inferiore nel lavoro con le braccia rispetto a quello con le gambe può essere messo in relazione alla diversità delle masse muscolari in gioco: la massa totale di muscoli delle braccia è inferiore alla massa dei muscoli delle gambe. Questo effetto riduce lo stimolo al centro di controllo cardiovascolare del bulbo da parte della corteccia motoria, con un minore feedback dai recettori periferici provenienti dalle minori masse muscolari degli arti superiori. Se si conoscono e si comprendono le differenze tra lavoro eseguito con le braccia e quello eseguito con le gambe, è possibile impostare programmi di allenamento differenziati sfruttando con prudenza entrambi i tipi di lavoro. Importante da ricordare è il fatto che per ogni carico di lavoro sottomassimale, il lavoro eseguito con le braccia è più oneroso in termini di consumo d'ossigeno e di impegno cardiovascolare.

**DESCRIZIONE**

Dopo un breve riscaldamento della durata di 5/10', i soggetti dovranno effettuare quattro diverse tipologie di esercizio al cicloergometro.

Il primo soggetto esegua:

- 1) Esercizio incrementale su cicloergometro per arti inferiori di medio-bassa intensità e senza recupero. 3x5' a 30-60-90 Watt con un Rpm costante di 60-70 pedalate/min.
- 2) Esercizio incrementale effettuato su cicloergometro adattato per arti superiori di medio-bassa intensità e senza recupero. 3x5' a 30-60-90 Watt con un Rpm costante di 60-70 pedalate/min.

Il secondo soggetto esegua:

- 1) Esercizio di interval-training su cicloergometro per arti inferiori di medio-alta intensità con recupero passivo. 5x1' a 130 Watt intervallate da 1' di recupero passivo con un Rpm costante di 60-70 pedalate/min.
- 2) Esercizio di interval-training su cicloergometro adattato per arti superiori di medio-alta intensità con recupero passivo. 5x1' a 130 Watt intervallate da 1' di recupero passivo con un Rpm costante di 60-70 pedalate/min.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga gli esercizi descritti in precedenza. Per ciascun esercizio si effettui un monitoraggio della frequenza cardiaca riportandone i valori nelle tabelle della pagina seguente. La FC dovrà essere presa successivamente dopo ogni intervallo composto da tempo di lavoro e tempo di recupero (10"+10" e 120"+60"). A questo punto si riporti l'andamento delle frequenze cardiache sugli assi cartesiani e si faccia un'analisi ed un confronto tra le diverse tipologie di esercitazioni proposte.

**RISULTATI**

<b>PROVA 1</b>	SOGGETTO: ETA': BASALE: FC MASSIMA:	FC	<b>PROVA 2</b>	SOGGETTO: ETA': BASALE: FC MASSIMA:	FC
----------------	--	----	----------------	--	----

ESERCIZIO a)	FC	t tot	ESERCIZIO a)	FC	t (tot)
	(bpm)	(s)		(bpm)	(s)
FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero attivo)			FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero passivo)		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero attivo)			FC MEDIA 5x (10" 100% VO <sub>2max</sub> : 10" recupero passivo)		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
ESERCIZIO b)	FC	t tot	ESERCIZIO b)	FC	t (tot)
	(bpm)	(s)		(bpm)	(s)
FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero attivo)			FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero passivo)		
1			1		
2			2		
FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero attivo)			FC MEDIA 2x (120" 100% VO <sub>2max</sub> : 60" recupero passivo)		
1			1		
2			2		

**BIBLIOGRAFIA**

1. Kang J, et al. Metabolic efficiency during arm and leg exercise at the same relative intensities. Med Sci Sports Exerc 1997; 29:277.
2. Franklin BA. Exercise testing, training and arm ergometry. Sports Med 1985; 2:100-119.
3. Bhambhani YN, Eriksson P, Gomes PS. Transfer effects of endurance training with the arms and legs. Med Sci Sports Exerc. 1991 Sep;23(9): 1035-41.
4. Loftin M, Boileau RA, Massey BH, Lohman TG (1988) Effect of arm training on central and peripheral circulatory function. Med Sci Sports Exerc 20:136-141.
5. Pogliaghi S, Terziotti P, Cevese A, Balestreri F, Schena F. Adaptations to endurance training in the healthy elderly: arm cranking versus leg cycling. Eur J Appl Physiol. 2006 Aug;97(6):723-31.
6. Toner MM, Glickman EL, McArdle WD. Cardiovascular adjustments to exercise distributed between the upper and lower body. Med Sci Sports Exerc. 1990 Dec;22(6):773-8.
7. Tordi N, Belli A, Mouglin F, Rouillon JD, Gimenez M (2001) Specific and transfer effects induced by arm or leg training. Int J Sports Med 22:517-524.

## STEP TEST DI ÅSTRAND

SCHEDA N°

3

### SCOPO

Conoscere utilità e scopi del test di Åstrand; prendere dimestichezza nella preparazione e nell'esecuzione dello stesso; essere in grado di analizzare in maniera indiretta il massimo consumo di ossigeno attraverso le frequenze cardiache rilevate durante l'esercizio e l'utilizzo di un nomogramma.



#### LIVELLO

#### TEMPO

45'

#### OPERATORI

1

#### PERSONE

5

2 soggetti eseguono gli esercizi  
1 soggetto controlla il tempo  
1 soggetto legge le HR  
1 soggetto scrive le HR

#### MATERIALE

4 gradini  
1 metronomo  
4 "Polar" completi  
1 pc  
1 nomogramma

### PREMESSE

Il test di Åstrand consente di analizzare in maniera indiretta il massimo consumo di ossigeno ( $VO_{2max}$ ) attraverso la rilevazione della frequenza cardiaca per mezzo di cardiofrequenzimetro. Il soggetto preso in esame deve salire e scendere da un gradino (di 40 cm per gli uomini e di 33 cm per le donne) per 3 minuti ad una frequenza di 30 salite e discese al minuto (scandite da un metronomo) e comunque ottenendo una frequenza cardiaca di almeno 130 b/min. Egli deve sollersarsi completamente prima della successiva discesa e può anche appoggiarsi ad una maniglia durante l'esercizio senza alterare significativamente la richiesta di energia. Per maggiore praticità può essere utilizzato un gradino di 40 cm anche per le donne, avendo però l'accortezza di usare la stessa scala del peso degli uomini. A tal proposito sono stati fatti anche studi per la normalizzazione dell'altezza del gradino in base all'altezza del soggetto (con la formula:  $\text{altezza gradino} = 0,187 * \text{altezza dell'individuo}$ ) per eliminare le differenze nell'efficienza biomeccanica dovute alle differenze di statura. Se si dispone di un cicloergometro, si fa eseguire al soggetto per 6 minuti uno sforzo di un'intensità tale (a una frequenza di 50 pedalate al minuto) da mantenersi entro le frequenze cardiache indicate (130 o, meglio, 150), quindi a 50-100-150 W a seconda dell'età e del sesso. Sul nomogramma elaborato da Åstrand su una popolazione di venticinquenni (e quindi non sufficientemente valido in sé, per tutta la popolazione), si trova, sulla scala relativa all'altezza dello sgabello utilizzato, il peso del soggetto e si legge su quella parallela del  $VO_2$  il valore corrispondente. La stessa cosa si fa se il test si esegue al cicloergometro (in questo caso la scala usata è quella del carico lavorativo). Il valore del  $VO_2$  così trovato indica il consumo di energia del soggetto per compiere quel dato sforzo. Tale consumo, come già detto, è calcolato teoricamente, assumendo che tutti i soggetti consumino la stessa quantità di ossigeno per fare lo stesso sforzo. Contemporaneamente all'esecuzione dello sforzo, bisogna misurare la FC e in particolare quella alla fine del terzo minuto, quando cioè questa si dovrebbe essere stabilizzata. La FC rilevata durante lo sforzo va riportata sulla scala relativa al sesso del soggetto. La retta che unisce il punto del  $VO_2$  e quello della FC intersecherà quella del  $VO_{2max}$  indicandone il valore. Come è stato già accennato, poiché il nomogramma di Åstrand è stato costruito basandosi su dati sperimentali rilevati su venticinquenni, non può essere ugualmente valido anche per soggetti molto lontani da questa età. Considerato infatti che il  $VO_{2max}$  viene estrapolato sulla base della FC max teorica, il cui valore, però, varia con l'età, bisogna correggere il valore ottenuto, per soggetti di età superiore ai trent'anni, con un fattore dipendente dall'età. Questo è stato elaborato da Åstrand, accrescendo il coefficiente di correlazione a 0,92. Anche se secondo il protocollo originale basta eseguire una sola prova, è preferibile, per una maggior precisione, fare la media dei valori di  $VO_{2max}$  ottenuti da almeno due prove di intensità differente. Inoltre, ai fini di una prima valutazione del risultato del test è opportuno tener presente qual è un normale range di valori per soggetti sedentari e sportivi. I valori di massimo consumo d'ossigeno calcolato con formule o nomogrammi possono subire un errore di stima del 10% in individui ben allenati, che può arrivare al 15% in soggetti non allenati.

### DESCRIZIONE

Dopo un'esauritiva presentazione da parte dell'esercitatore sulle modalità di svolgimento del test e su utilità ed obiettivi principali dello stesso, si chiedi a due soggetti per gruppo di svolgere lo step test di Åstrand. Come da protocollo originale, si chiedi ai soggetti di salire e scendere dallo step per 3 minuti ad una frequenza di 30 salite e discese al minuto, ottenendo una frequenza cardiaca di almeno 130 b/min.



## SCOPO

Rilevazione e valutazione della frequenza cardiaca e della pressione sanguigna in diverse modalità di esercizio isotonic.



## LIVELLO

## TEMPO

45'

## OPERATORI

1

## PERSONE

5

1 soggetto esegue gli esercizi  
 1 soggetto legge le HR  
 1 soggetto legge e misura le pressioni  
 2  
 soggetti scrivono le HR e le pressioni

## MATERIALE

3 portapres  
 1 chest press  
 1 lex extension  
 1 abdominal crunch  
 1 pc

## PREMESSE

La risposta della pressione arteriosa all'esercizio varia con il tipo di esercizio. Sforzi fisici, in particolare di tipo concentrico e/o di tipo statico, possono generare pressioni intramuscolari di grado tale da comprimere le arterie e quindi ridurre la perfusione muscolare aumentando le resistenze periferiche. La perfusione diminuisce in maniera direttamente proporzionale alla forza muscolare esercitata. Per ripristinare la perfusione muscolare, si ha un incremento dell'attività del sistema nervoso simpatico, della gittata cardiaca e pressione media. L'entità di questa risposta di natura riflessa è proporzionale alla massa muscolare coinvolta nello sforzo. Soggetti sani giovani e anziani presentano lo stesso tipo di risposta a breve termine a un esercizio di potenza. In uno studio (Freedson P.F. et al.) è stata misurata la pressione, in soggetti normotesi, nel corso di tre tipi di lavoro muscolare alla panca (esercizio isometrico, isotonic e a differenti velocità). I risultati mostrano che tutte e tre le condizioni determinano un aumento della pressione arteriosa e del lavoro cardiaco. Ulteriori studi hanno dimostrato che la risposta ipertensiva è direttamente proporzionale alla massa muscolare che si contrae e alla forza sviluppata. Questa risposta ipertensiva è il risultato dell'effetto combinato di una maggiore stimolazione del centro cardiovascolare da parte della corteccia motoria e di una stimolazione periferica di questo centro da parte di afferenze derivanti dai muscoli che si contraggono. L'entità della risposta ipertensiva può essere pericolosa per soggetti portatori di patologie cardiovascolari, in particolare in soggetti non allenati per questo tipo di esercizio. Per loro, una tipologia di esercizio più ritmica e moderata comporta meno sollecitazioni cardiache e maggiori benefici per la salute.

La risposta cardiaca e pressoria all'esercizio isotonic in particolare riveste un ruolo importante per la scelta della tipologia di esercizio da adottare in funzione del soggetto da allenare e dell'obiettivo da perseguire. Diversi studi si sono occupati di verificare come le principali e più semplici da monitorare funzioni cardiache (frequenza cardiaca e pressione sanguigna) siano influenzate dall'esercizio isotonic.

E' stato dimostrato (Greer M. 1984) che la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna ed il loro prodotto cambiano in funzione dell'esercizio svolto, e dell'intensità mantenuta durante l'esecuzione (%MVC). L'autore ha indicato soprattutto che il prodotto hr (frequenza cardiaca) x sbp (pressione sanguigna) era superiore durante la seconda serie di esercizi rispetto alla prima eseguita con i medesimi gruppi muscolari e che gli esercizi eseguiti al 100% del MVC inducevano una risposta superiore di hr x sbp.

## DESCRIZIONE

Gli studenti si dividano in tre gruppi uniformi e svolgano il programma di lavoro di seguito descritto.

Dopo un breve riscaldamento generale di 5', si chiede ai soggetti che parteciperanno attivamente all'esercitazione di eseguire un test submassimale per la determinazione della MVC. Una volta determinato il valore di massima contrazione volontaria necessario per il calcolo delle percentuali di carico si passi agli esercizi seguenti.

## ESERCIZIO 1:

2 serie x 20 ripetizioni al 50% e 2 serie x 4 ripetizioni al 90% su chest press;

## ESERCIZIO 2:

2 serie x 20 ripetizioni al 50% e 2 serie x 4 ripetizioni al 90% su leg extension;

## ESERCIZIO 3:

2 serie x 20 ripetizioni al 50% e 2 serie x 4 ripetizioni al 90% su abdominal crunch.

Tali esercitazioni dovranno essere monitorate per mezzo di un portapres, dispositivo automatico utilizzato per la rilevazione della pressione arteriosa battito per battito e di altri vari parametri emodinamici, tra cui anche la frequenza cardiaca.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga gli esercizi descritti in precedenza. Per ciascun esercizio si effettui un monitoraggio della frequenza cardiaca e della pressione sanguigna (sia sistolica che diastolica) riportandone i valori nelle tabelle sottostanti e tracciando i relativi grafici

**RISULTATI**

<b>SOGGETTO</b>	NOME: ETA':											
	<b>CHEST PRESS</b>				<b>LEG EXTENSION</b>				<b>ABDOMINAL CRUNCH</b>			
	<b>HR (bpm)</b>	<b>SBP (mmhg)</b>	<b>DBP (mmhg)</b>	<b>HR X SBP</b>	<b>HR (bpm)</b>	<b>SBP (mmhg)</b>	<b>DBP (mmhg)</b>	<b>HR X SBP</b>	<b>HR (bpm)</b>	<b>SBP (mmhg)</b>	<b>DBP (mmhg)</b>	<b>HR X SBP</b>
<b>BASALE</b>												
<b>50%</b>												
<b>50%</b>												
<b>90%</b>												
<b>90%</b>												

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**

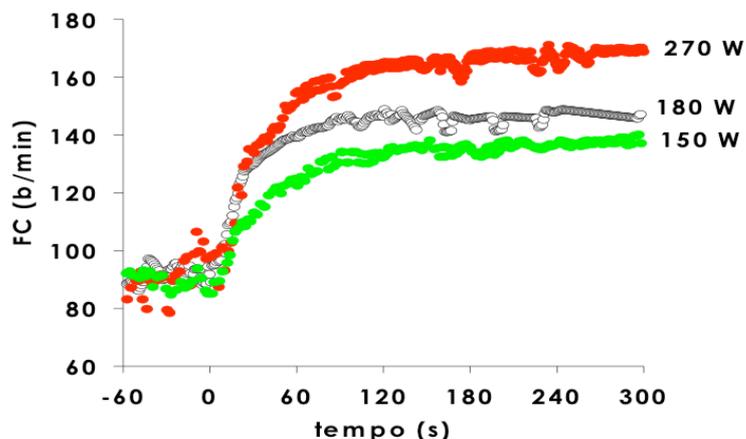


**BIBLIOGRAFIA**

1. Friedman DB, et al. Cardiovascular response to voluntary and non-voluntary static exercise in humans. J Appl Physiol 1992; 73:1982.
2. Mayo JJ, Kravitz L. A review of the acute cardiovascular responses to resistance exercise of healthy young and older adults. J Strength Cond Res 1999;13:90.
3. MacDougall JD, et al. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. J Appl Physiol 1985;58:785.
4. Collander EB, et al. Blood pressure in resistance-trained athletes. Can J Appl Sports Sci 1988;13:31.
5. Sale DG, et al. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. Can J Appl Physiol 1994;19:60.
6. Hagberg JM, et al. Effect of weight training on blood pressure and hemodynamics in hypertensive adolescents. J Pediatr 104:147, 1984.
7. Kelly G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta analysis. J Appl Physiol 1997;82:1559.

**SCOPO**

Conoscere utilità e scopi dei test sottomassimali; prendere dimestichezza nella calibrazione e nell'utilizzo della strumentazione specifica utilizzata (metabolimetro portatile K4); essere in grado in totale autonomia di leggere ed applicare la relazione lineare tra frequenza cardiaca sottomassimale e consumo d'ossigeno per poter predire il V'O2max.



**LIVELLO**

**TEMPO**

45'

**OPERATORI**

1

**PERSONE**

2

1 soggetto esegue il test  
1 soggetto controlla il tempo

**MATERIALE**

1 Treadmill  
1 Cicloergometro  
2 Metabolimetri portatili  
2 Cardiofrequenzimetri  
1 Pc

**PREMESSE**

La maggior parte dei test sottomassimali prende in considerazione la frequenza cardiaca (Fc) registrata durante carichi standard sottomassimali come parametro indice indiretto del V'O<sub>2</sub>. Considerato che la Fc a riposo non è un indice attendibile del V'O<sub>2</sub>max di un soggetto ed essendo la correlazione tra Fc durante il recupero post esercizio e il V'O<sub>2</sub>max abbastanza grossolana, ne consegue che tale relazione può essere indagata solamente attraverso la rilevazione di Fc durante l'esercizio. Il presupposto teorico è che, in condizioni normali, esiste per ogni individuo una relazione grosso modo lineare tra il V'O<sub>2</sub> e la gittata cardiaca (Q'=Fc \* Gp). Poiché questa relazione è praticamente da ascrivere alla sola Fc, essendo la gittata sistolica (Gp) in grado di aumentare solo in piccola percentuale con il primo incremento del V'O<sub>2</sub> (fino ad Fc di circa 120), si può di conseguenza considerare lineare il solo rapporto Fc/V'O<sub>2</sub>. Per poter accettare tale assunto non va considerato il ruolo svolto dalle variazioni, trascurabili, della differenza arterovenosa dell'ossigeno, il cui prodotto con la Q' è quello che dà, in realtà, il consumo d'ossigeno (V'O<sub>2</sub>=Q' \* (CaO<sub>2</sub> - CvO<sub>2</sub>)). La pendenza della retta Fc/V'O<sub>2</sub> varia con lo stato di allenamento e con la condizione fisica. Normalmente, comunque, la Fc di un individuo raggiunge il valore massimo all'incirca alla stessa intensità di esercizio che produce il V'O<sub>2</sub>max. Si fanno dunque eseguire uno o più carichi sottomassimali e si disegna, su un grafico che mette in relazione la Fc con il V'O<sub>2</sub> o l'intensità dell'esercizio, una linea retta che passa per i punti individuati; estrapolando tale linea fino alla Fc max per quel soggetto (che si può semplicemente e con buona approssimazione dedurre dalla sua età) si può risalire al suo V'O<sub>2</sub> max. Questo tipo di test deve essere di tipo continuo, con intensità costante e della durata di alcuni minuti (generalmente 5). In queste condizioni, definite di stato stazionario, i processi metabolici sono essenzialmente aerobici e la ventilazione polmonare, Fc e i parametri cardiodinamici (come la gittata cardiaca), si mantengono praticamente costanti negli ultimi 2-3 minuti dell'esercizio di 5 minuti. Questo tipo di test non necessita di una particolare motivazione per essere eseguito e può essere somministrato con grande frequenza senza esporre il soggetto non atleta a particolari rischi (non essendo il carico particolarmente gravoso). Per questo motivo, per la determinazione del V'O<sub>2</sub>max, i test sottomassimali sono da preferire negli screening di massa e nei soggetti non più giovani o affetti da una qualche patologia.

**DESCRIZIONE**

Gli studenti si dividano in due gruppi uniformi e svolgano il programma di lavoro di seguito descritto. Dopo una prima fase di calibrazione del metabolimetro e di preparazione del soggetto (si indossi cardiofrequenzimetro e metabolimetro), si esegua un test sottomassimale su treadmill e su cicloergometro. Successivamente alla misurazione dello stato basale della persona che dovrà effettuare il test e ad un breve riscaldamento della durata di 5 minuti, si chiedi al soggetto di eseguire tre prove della durata di 5 minuti, rispettivamente a 8, 10 e 12 km/h, se effettuato su treadmill, e a 50, 100, 150 watt, se effettuato su cicloergometro. Ciascuna prova dovrà essere intervallata da 6' di recupero (recupero completo).

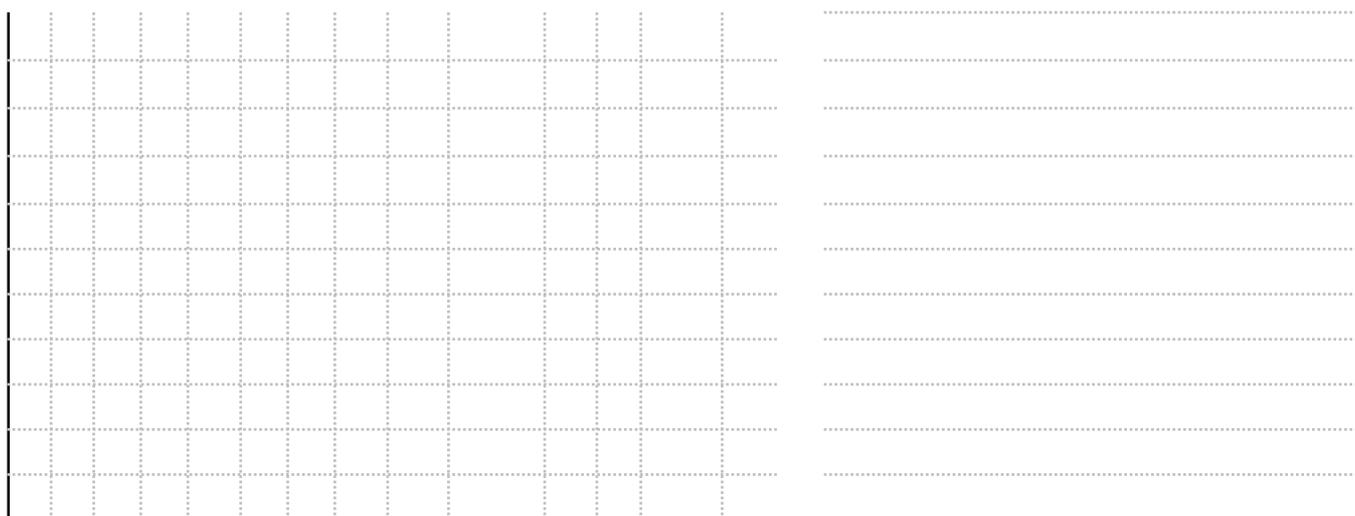
**ESERCITAZIONI**

I soggetti eseguono il test sottomassimale su treadmill e su cicloergometro. Dopo aver rilevato frequenza cardiaca e consumo d'ossigeno basali e aver calcolato la Fc max teorica, attraverso la formula  $FC = 220 - età$ , si effettui monitoraggio e rilevazione degli stessi durante lo svolgimento del test. Si inseriscano nelle tabelle sottostanti i valori medi di FC e  $VO_2$  a stato stazionario (ultimi 2/3 minuti) di ciascuna prova e si costruisca la relazione  $Fc/VO_2$ . Attraverso l'applicazione di tale relazione lineare e la Fc max teorica si risalga al  $VO_2$  max del soggetto.

**RISULTATI**

<b>SOGGETTO</b>	NOME: ETA':		PESO (kg):	ALTEZZA (cm):	FC MAX (bpm):
<b>CARICO</b>	<b>FC (bpm)</b>	<b>VO2 (ml/min/kg)</b>	<b>NOTE</b>		
<b>BASALE</b>					
<b>10 KM/H</b>					
<b>11 KM/H</b>					
<b>12 KM/H</b>					
<b>BASALE</b>					
<b>50 W</b>					
<b>100 W</b>					
<b>150 W</b>					

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**

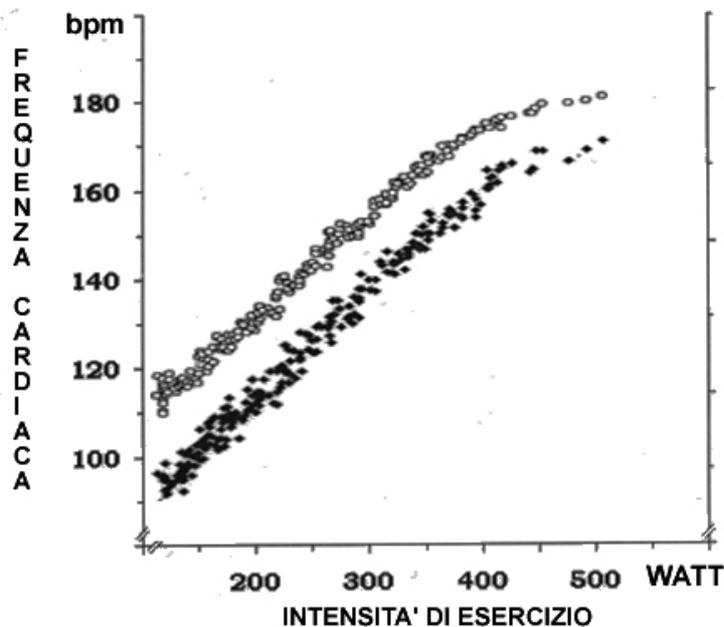


**BIBLIOGRAFIA**

1. A Comparison Of Practical Assessment Methods To Determine Treadmill, Cycle, And Elliptical Ergometer Vo2 Peak Mays, Ryan J ; Boér, Nicholas F ; Mealey, Lisa M ; Kim, Kevin H ; Goss, Fredric L Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association, 2010, Vol.24(5), Pp.1325-31.
2. Estimation Of VO 2max From The Ratio Between Hr Max And Hr Rest – The Heart Rate Ratio Method. Uth, Niels; Sørensen, Henrik; Overgaard, Kristian; Pedersen, Preben European Journal Of Applied Physiology, 2004, Vol.91(1), Pp.111-115.
3. Evaluation Of The American College Of Sports Medicine Submaximal Treadmill Running Test For Predicting VO2max. Marsh, Clare E. Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association, 2012, Vol.26(2), Pp.548-54.
4. Multiple-Site Validation Of A Single-Stage Submaximal Treadmill Exercise Test To Predict Vo2max Vehrs, P R. George, J D.; Fellingham, G W.; Plowman, S A.; Ryan, N; Dustman-Allen, K Medicine & Science In Sports & Exercise, 2001, Vol.33(5), Pp.S46.
5. Prediction Of Peak Oxygen Uptake From Submaximal Exercise Tests In Older Men And Women Ainsworth, Be ; McMurray, Rg ; Veazey, Sk Journal Of Aging And Physical Activity, 1997, Vol.5(1), Pp.27-38.
6. Reliability Of A New Submaximal Fitness Test To Predict Vo2max Thompson, R. W. Differding, J. A.; Ford, C. F.; Blair, S. N. Medicine & Science In Sports & Exercise, 1999, Vol.31(Supplement), Pp.S42.
7. Submaximal Treadmill Test Predicts VO 2max In Overweight Children. Nemeth, Blaise A.; Carrel, Aaron L.; Eickhoff, Jens; Clark, R. Randall ; Peterson, Susan E.; Allen, David B. The Journal Of Pediatrics, 2009, Vol.154(5), Pp.677-681.
8. Validity Of Predicting Vo2 Max Using Linear Regression Of Hr And Vo2 From A Multi-Stage, Submaximal Treadmill Test Doyle, Ja ; Floyd, L ; Arnold, Ce ; Turner, J ; Corona, B ; Watson, P ; Rupp, Jc ; Rupp, Db MSSE, 2004, Vol.36(5), Pp.S89-S89.

**SCOPO**

Conoscere utilità e scopi dei test incrementali ad esaurimento; prendere dimestichezza nella calibrazione e nell'utilizzo della strumentazione specifica utilizzata (metabolimetro portatile K4); essere in grado in totale autonomia di leggere ed analizzare l'andamento di frequenza cardiaca e consumo d'ossigeno e di ricavare il V'O<sub>2</sub>max raggiunto.



<b>LIVELLO</b>	
<b>TEMPO</b>	45'
<b>OPERATORI</b>	1
<b>PERSONE</b>	4

1 soggetto esegue il test  
 1 soggetto scandisce il tempo ogni 60"  
 1 soggetto aumenta la velocità ogni 60"  
 1 soggetto trascrive il tempo totale del test ed ultimo step effettuato

**MATERIALE**

- 2 Treadmill
- 2 Metabolimetri K4
- 2 Cardiofrequenzimetri
- 1 Pc

**PREMESSE**

I test per il V'O<sub>2</sub>max sono fondamentalmente e genericamente di due tipi:

- 1) test triangolari: test a carichi crescenti, con incrementi del carico di lavoro di intensità e durata variabile fino al raggiungimento del massimo carico tollerabile o del V'O<sub>2</sub>max;
- 2) test rettangolari: test a carico costante da mantenere per un tempo prefissato o il più a lungo possibile.

Nella scelta della metodologia specifica per il test triangolare bisogna rispettare la regola in base alla quale se si ricerca anche lo steady-state metabolico per ogni variazione del carico, sarà opportuno un protocollo con lunghi step e incrementi lenti del lavoro; se, al contrario, si intende ottenere solamente la misura del V'O<sub>2</sub>max in assoluto, si sceglierà un protocollo con incrementi del lavoro rapidi. Per la determinazione dello stesso è anche possibile eseguire un test a carico costante di intensità sopramassimale e tale da permettere un tempo di durata non superiore ai 10-15 minuti.

L'ergometro per eccellenza utilizzato per questa tipologia di test è il nastro trasportatore. Le metodologie più note per l'effettuazione di test di tipo incrementale su treadmill hanno tutte in comune l'incremento del carico attraverso l'aumento della pendenza del nastro, associata o meno a quella della velocità. Tale tecnica si basa sull'osservazione di alcuni autori che la corsa su treadmill inclinato porta il V'O<sub>2</sub> sicuramente al massimo, mentre la corsa in piano o a pendenze molto basse determina il raggiungimento di un valore di V'O<sub>2</sub>max leggermente inferiore. Tutto ciò, se appare vero per soggetti sani e allenati, che non sono però specificamente allenati per la corsa, non è altrettanto valido negli atleti corridori di alto livello, per i quali il treadmill è considerato ergometro specifico; per questi ultimi, infatti, la specificità degli adattamenti è tale che essi hanno sviluppato maggiori capacità di correre ad alte velocità con riuso di energia elastica, rispetto alla corsa a bassa velocità, senza riuso di energia elastica e con elevate richieste di forza. E' pertanto necessario, in questi soggetti, mantenere il nastro trasportatore in piano (o con pendenza fissa dell'1 o 1,5%), aumentando il carico per mezzo di un aumento della velocità.

La prova da sforzo a carico crescente su treadmill termina quando il soggetto non è in grado di continuare e il consumo di ossigeno non aumenta più. Il valore del consumo d'ossigeno più alto si raggiunge prima che i soggetti compiano il livello massimo di esercizio. La dimostrazione di una stabilizzazione o di un picco nel consumo di ossigeno a intensità di esercizio crescente in genere fornisce assicurazione che il soggetto ha raggiunto la capacità massima per il metabolismo aerobico, cioè ha raggiunto il vero V'O<sub>2</sub>max. Per registrare l'andamento del consumo d'ossigeno e per trovare il V'O<sub>2</sub>max è necessaria un'attrezzatura specializzata che misuri respiro per respiro i valori di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. L'ergospirometro è l'elemento più adatto per la valutazione di questo parametro. In questo contesto è stato preso in considerazione il metabolimetro portatile k4 (per maggiori dettagli consultare scheda n° 5).

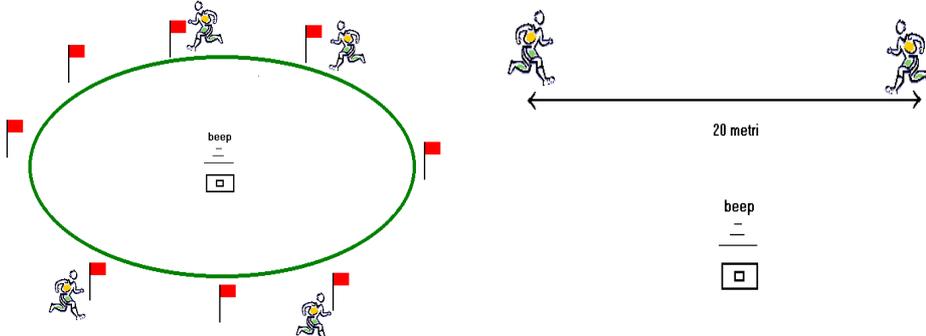
**DESCRIZIONE**

Gli studenti si dividano in due gruppi uniformi e svolgano il programma di lavoro di seguito descritto. Dopo una prima fase di calibrazione del metabolimetro e di preparazione del soggetto (si indossi cardiofrequenzimetro e metabolimetro K4), si esegua un test incrementale massimale su treadmill. Successivamente alla misurazione dello stato basale della persona che dovrà effettuare il test e di un breve riscaldamento della durata di 5 minuti, s'incrementi, step dopo step, la velocità di corsa e si chiedi al soggetto di fermarsi solamente nel momento in cui non riesce più ad andare avanti. Si faccia partire il soggetto ad una velocità di 9 km/h per i primi 3 minuti, dopodiché si passi ad incrementarla di 0,5 km/h ogni minuto. La pendenza del treadmill rimanga fissa al valore di 2.



## SCOPO

Conoscere utilità e scopi del test di Léger; prendere dimestichezza nella preparazione e nell'esecuzione dello stesso, sia per quanto riguarda le due varianti in precedenza descritte, che per quanto riguarda l'IRT; essere in grado in totale autonomia di ricavare, attraverso le velocità raccolte e l'utilizzo delle formule citate in precedenza, il  $\dot{V}O_2\max$  presunto, confrontando i risultati ottenuti con le tabelle di riferimento valutare la fitness.

	<b>LIVELLO</b>	
	<b>TEMPO</b>	60'
	<b>OPERATORI</b>	1
	<b>PERSONE</b>	4
	1 sogg. esegue il test 1 sogg. controlla l'esecuzione 1 sogg. scandisce velocità e step 1 sogg. trascrive risultati	
<b>MATERIALE</b>		
Pista di atletica e/o palestra Corda metrica + Cronometro Coni da posizionare ogni 20/50 mt 1 pc o mp3 con traccia del test Impianto stereo		

## PREMESSE

Il test di Léger è stato introdotto negli anni '80 e porta il nome del ricercatore canadese che l'ha elaborato presso l'Università di Montréal; è noto anche come Multistage Fitness Test. Si tratta di un test incrementale massimale che valuta indirettamente il  $\dot{V}O_2\max$  degli atleti.

Esistono due versioni: la prima, del 1980, va eseguita su una pista di atletica di 400 metri e consiste nel correre a una velocità iniziale di 7,5 km/h (per il primo minuto) e di 8 km/h (per il secondo minuto) per poi aumentare di 0,5 km/h ogni 2 minuti fino ad un massimo di 18 km/h (da protocollo originale). Sulla pista devono essere predisposti dei segnali ogni 50 metri (in genere dei conetti) e l'atleta può regolare la velocità di corsa grazie ad un segnale acustico, che viene emesso da un registratore a intervalli regolari, corrispondenti al tempo necessario per percorrere i 50 metri che separano un cono da quello successivo alle diverse velocità. Il tempo a disposizione per compiere il tragitto da un segnale all'altro dunque diminuisce. L'atleta esegue correttamente il test se, quando viene emesso il segnale acustico, si viene a trovare sempre in corrispondenza del cono. Il test termina quando l'atleta non riesce a raggiungere in tempo il cono corrispondente al segnale per più di 100 metri (esaurimento oggettivo), oppure quando l'atleta interrompe volontariamente il test (esaurimento soggettivo).

La seconda versione, introdotta da Léger qualche anno dopo, è quella a navetta e consiste nel correre a spola tra due segnali posti a 20 metri di distanza l'uno dall'altro. Il test inizia correndo a 8 km/h e prevede incrementi di 0,5 km/h ogni minuto. Anche in questo caso la velocità di corsa viene controllata con un segnale acustico ed il test viene interrotto quando il giocatore non riesce a mantenere il ritmo, arrivando in ritardo in corrispondenza del segnale acustico per più di due volte.

La versione a navetta comporta un affaticamento superiore, dato dall'inversione di corsa e dalle necessarie frenate durante i cambi di direzione, con un conseguente peggioramento della prestazione ed una stima finale del  $\dot{V}O_2\max$  inferiore rispetto al test lineare.

La valutazione del  $\dot{V}O_2\max$  viene fatta in base alla massima velocità raggiunta secondo una tabella di riferimento per la quale ad ogni step corrisponde un costo energetico standard. Sono state anche proposte due formule. La prima, degli autori, è la seguente (Léger et al., 1988):  $\dot{V}O_2\max$  (ml/kg/min) = 3,5 · velocità massima (km/h); dove 3,5 è il CE (in ml di  $O_2$ ) standard della corsa per kg e per minuto, oppure:  $\dot{V}O_2\max$  = 23,4 + (5,8X); dove X è la velocità massima (m/s) raggiunta. La seconda formula è (Pessenhofer et al., 1981):  $\dot{V}O_2\max$  = 14,4 + (3,48X); dove X è il numero massimo di tratti percorsi. Sono stati anche suggeriti dagli autori dei punteggi grezzi di valutazione della fitness, da assegnare semplicemente in base al numero dei tratti percorsi senza, perciò, calcolare indirettamente alcun valore teorico di  $\dot{V}O_2\max$  (vedi tabelle).

Dati i frequenti cambi di direzione e le continue accelerazioni e decelerazioni richieste dal test a navetta, esso è sicuramente da preferire per valutare gli atleti di sport di squadra, abituati a questo tipo di esercizio.

**Yo-yo test**

Si tratta di un'evoluzione del test a navetta di Léger ed è stato proposto da Jens Bangsbo per avvicinare maggiormente il protocollo di esecuzione al gioco del calcio, inserendo una pausa di 10 secondi dopo ogni navetta (2x20mt). In questo modo il giocatore riesce a sfruttare un breve tempo di recupero tra una navetta e l'altra. Da qui la derivazione del nome: Yo-Yo Intermittent Recovery Test (IRT).

Il test può essere proposto in due forme, corrispondenti a due livelli di forma fisica sei soggetti. Il test di primo livello (IRT 1) inizia a 10 km/h e il ritmo e gli aumenti della velocità di corsa sono regolati da un segnale sonoro emesso da un apposito apparecchio. Il test viene interrotto quando il soggetto non riesce più a mantenere il ritmo imposto dal segnale acustico e viene annotata la distanza percorsa fino a quel momento. Il test è preceduto da un breve riscaldamento, che consiste nell'eseguire le prime quattro navette, seguite da una pausa non superiore a 5 minuti.

Per un soggetto allenato, questo test ha una durata compresa tra 10 e 20 minuti e fornisce indicazioni sulle caratteristiche di resistenza, in particolare sulla capacità di effettuare ripetutamente lavori aerobici ad elevata intensità.

Il test di secondo livello (IRT 2) invece inizia a 13 km/h ed ha una durata minore rispetto all'IRT 1 (tra 5 e 15 minuti). Fornisce indicazioni sulla capacità di effettuare ripetutamente esercizi brevi ed intensi con un elevato contributo del metabolismo anaerobico abbinato a un significativo contributo aerobico.

## DESCRIZIONE

Dopo un'esauriva presentazione da parte dell'esercitatore sulle modalità di svolgimento del test (lineare, navetta e IRT) e su utilità ed obiettivi principali dello stesso, si sceglie tra il gruppo studenti 4/5 soggetti e si esegua il test a navetta (prima) e quello lineare (poi), a distanza di 15 minuti l'uno dall'altro. Come da protocollo originale, si esegua la versione del test navetta in palestra, posizionando due conetti per ciascun soggetto ad una distanza di 20 mt e chiedendo di raggiungere tali segnali ad ogni "beep", modificando e adattando la velocità di corsa durante il test.

Terminata l'esecuzione del test navetta, si dia un recupero di 15 minuti e si esegua infine la versione lineare del test di Léger (in pista di atletica o in palestra, se lo spazio lo consente). Dopo aver tracciato il percorso e collocato i conetti ad una distanza di 50 metri l'uno dall'altro, si chieda anche in questo caso ai soggetti di raggiungere ciascun segnale in perfetta corrispondenza del segnale acustico emesso dal programma.

Si chieda inoltre, in entrambi i casi, di dare il massimo e di fermarsi solo nel caso in cui non si riesca più a proseguire. Gli studenti non impegnati nell'esecuzione vera e propria del test seguano nello specifico uno dei soggetti testati. Ciascuno di essi dovrà controllare che il soggetto raggiunga i conetti predisposti in corrispondenza del segnale acustico e dovrà interrompere l'esecuzione del test quando quest'ultimo non riuscirà a mantenere il ritmo, arrivando in ritardo per più di due volte. Uno studente scandisca inoltre per tutti la velocità di corsa ad ogni step di entrambi i test.



## SCOPO

Conoscere utilità e scopi del test di Cooper; prendere dimestichezza nella preparazione e nell'esecuzione dello stesso; essere in grado in totale autonomia di ricavare, attraverso i dati raccolti e l'utilizzo delle formule citate in precedenza, il  $V'O_2max$  presunto, confrontando i risultati ottenuti con la tabella soprastante.

Distanza percorsa in 12 min		$V'O_2 max$
Numero di giri	km	$ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$
4	1,6	24,5*
4 1/4	1,7	26,7*
4 1/2	1,8	28,9
4 3/4	1,9	31,2
5	2,0	33,4
5 1/4	2,1	35,6
5 1/2	2,2	37,9
5 3/4	2,3	40,1
6	2,4	42,3
6 1/4	2,5	44,6
6 1/2	2,6	46,8
6 3/4	2,7	49,1
7	2,8	51,3
7 1/4	2,9	53,5
7 1/2	3,0	55,8
7 3/4	3,1	58,0
8	3,2	60,2
8 1/4	3,3	62,5*
8 1/2	3,4	64,7*
8 3/4	3,5	66,9*
9	3,6	69,2*
9 1/4	3,7	71,4*
9 1/2	3,8	73,8*
9 3/4	3,9	75,9*

\* Valori estrapolati in quanto lo studio di Cooper è relativo a valori compresi tra 29 e 60  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ .

## LIVELLO

## TEMPO

45'

## OPERATORI

1

## PERSONE

4

1 soggetto esegue il test  
1 soggetto controlla il tempo ad ogni giro  
1 soggetto controlla il tempo totale  
1 soggetto controlla lo spazio percorso

## MATERIALE

Pista di atletica  
Corda metrica  
Conetti da posizionare ogni 20 mt  
Cronometro  
Fischietto (facoltativo)  
Cardiofrequenzimetro (facoltativo)  
Tabella di conversione

## PREMESSE

Il test di Cooper (Cooper, 1968) è un test massimale indiretto molto popolare. Consiste nel correre per dodici minuti con l'obiettivo di percorrere la maggior distanza possibile. Tale distanza darebbe una misura della massima potenza aerobica in base ad una tabella di riferimento, dove le distanze percorse corrisponderebbero a dei valori approssimativi di  $V'O_2max$ .

Tali valori vengono ricavati attraverso l'utilizzo di alcune formule:

per soggetti non allenati,

$$V'O_2max = 22,351 * \text{distanza percorsa (Km)} - 11,288;$$

per soggetti allenati,

$$V'O_2max = 11 * \text{distanza percorsa (km)} + 21,9.$$

Il test può essere facilmente effettuato su una pista di atletica o su qualunque terreno in pianura, dove sia possibile misurare la distanza che il soggetto percorre in 12 minuti.

Conviene suggerire, specialmente per la prima volta, di raggiungere gradatamente in pochi minuti quella che il soggetto riterrà essere la massima velocità da mantenere costante per tutto il resto del test e di non effettuare un decisivo scatto finale.

E' necessario inoltre tenere in considerazione due fattori che potrebbero incidere in modo marcato sul risultato: il tipo di fondo su cui viene effettuato il test e le condizioni ambientali devono necessariamente essere il più costanti possibili.

**Vantaggi/pregi:** è un test facile da eseguire, non necessita di particolari attrezzature e può essere proposto a chiunque poiché la sua esecuzione non richiede particolari abilità. E' utile per ricavare rapidamente informazioni su vaste popolazioni. Per la sua semplicità è spesso impiegato per le valutazioni nei settori giovanili degli sport di squadra e può essere proposto sotto forma di gara.

**Svantaggi/difetti:** è un test di corsa continua ed è indispensabile un elevato livello motivazionale per poterlo eseguire in maniera soddisfacente; l'impostazione dell'andatura è lasciata alle sensazioni di ogni singolo soggetto; necessita di un percorso misurato, possibilmente ad anello e viene di solito effettuato all'aperto.

## DESCRIZIONE

Dopo un'esauritiva presentazione da parte dell'esercitatore sulle modalità di svolgimento del test e su utilità ed obiettivi principali dello stesso, gli studenti si dividano in gruppi uniformi composti da 4/5 persone. All'interno di ciascun gruppo ci dovrà essere un soggetto che esegue il test sulla pista di atletica, uno che controlla il tempo ad ogni giro, uno che controlla il tempo totale segnalando con un fischio il trascorrere di un minuto, con due fischi l'ultimo minuto e con tre fischi il termine del test ed infine un soggetto che controlla lo spazio percorso.

Come da protocollo originale, ai soggetti si chiedi di correre ad una velocità costante e massimale per una durata di 12 minuti.

Dopo aver collocato i coni sul lato della pista, ad una distanza di 20 metri ciascuno, chi deve eseguire il test si posizioni accanto ad un cono diverso per la partenza.



**SCOPO**

Essere in grado di ricavare e valutare carichi massimali (1RM) attraverso l'utilizzo sia del metodo diretto che del metodo indiretto.

Max (Kg)	Numero massimo di ripetizioni possibili con relativa % di carico													
	>20	20	19-18	17-16	15-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2	1	1	1
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	
25	10	11	12	13	15	16	17	18	20	21	22	23	25	
30	12	13	15	16	18	19	21	22	24	25	27	28	30	
35	14	15	17	19	21	22	24	26	28	29	31	33	35	
40	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
45	18	20	22	24	27	29	31	33	36	38	40	42	45	
50	20	22	25	27	30	32	35	37	40	42	45	47	50	
55	22	24	27	30	33	35	38	41	44	46	49	52	55	
60	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	
65	26	29	32	35	39	42	45	48	52	55	58	61	65	
70	28	31	35	38	42	45	49	52	56	59	63	66	70	
75	30	33	37	41	45	48	52	56	60	63	67	71	75	
80	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	
85	34	38	42	46	51	55	59	63	68	72	76	80	85	
90	36	40	45	49	54	58	63	67	72	76	81	85	90	
95	38	42	47	52	57	61	66	71	76	80	85	90	95	
100	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
105	42	47	52	57	63	68	73	78	84	89	94	99	105	
110	44	49	55	60	66	71	77	82	88	93	99	104	110	
115	46	51	57	63	69	74	80	86	92	97	103	109	115	
120	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	
125	50	56	62	68	75	81	87	93	100	106	112	118	125	
130	52	58	65	71	78	84	91	97	104	110	117	123	130	
135	54	60	67	74	81	87	94	101	108	114	121	128	135	
140	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	
145	58	65	72	79	87	94	101	108	116	123	130	137	145	
150	60	67	75	82	90	97	105	112	120	127	135	142	150	
155	62	69	77	85	93	100	108	116	124	131	139	147	155	
160	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	
165	66	74	82	90	99	107	115	123	132	140	148	156	165	
170	68	76	85	93	102	110	119	127	136	144	153	161	170	
175	70	78	87	96	105	113	122	131	140	148	157	166	175	

**LIVELLO**

**TEMPO**

**OPERATORI**

**PERSONE**

60'

1

3

1 soggetto esegue gli esercizi  
1 soggetto imposta i carichi  
1 soggetto annota i carichi e le ripetizioni

**MATERIALE**

1 chest press  
1 panca orizzontale  
1 leg press  
1 lex extension  
1 tabella di riferimento per il calcolo indiretto dell'1RM

**PREMESSE**

La massima forza volontaria è un indice specifico della fitness di un soggetto ed una sua corretta determinazione è indispensabile per poter definire i corretti carichi di lavoro per l'allenamento della forza.

Essa rappresenta la massima forza che il sistema neuromuscolare ha la possibilità di esprimere almeno una volta con una massima contrazione volontaria. Possiamo dividerla in massima forza statica e dinamica, a seconda che sia esercitata contro una resistenza insuperabile nel caso della prima o con un carico limite in un processo in movimento nella seconda. Quest'ultima può essere positiva (concentrica) o negativa (eccentrica). La massima forza volontaria dipende principalmente da tre fattori: la sezione trasversale fisiologica del muscolo, la coordinazione intermuscolare (reclutamento dei muscoli coinvolti nel movimento) e la coordinazione intramuscolare (reclutamento delle fibre nel muscolo). Ovviamente influiscono anche molti altri fattori quali lo stato di salute, l'allenamento e la motivazione.

La misura della massima forza volontaria dinamica (detta anche 1RM) può essere ottenuta attraverso una misura diretta, ovvero il massimo peso spostato in una o massimo due ripetizioni, oppure attraverso l'estrapolazione del valore massimale con l'utilizzo di tabelle (metodo indiretto), chiedendo al soggetto di eseguire alcune serie di ripetizioni sub massimali con carichi fissi. La procedura diretta è solitamente più indicata per soggetti ben allenati e che sanno eseguire l'esercizio richiesto in un modo corretto; la procedura indiretta, meno precisa, ma potenzialmente meno pericolosa, è indicata per soggetti non esperti. Il metodo diretto inoltre necessita di un buon riscaldamento, non può essere richiesta al soggetto troppe volte in una sessione e richiede molto tempo di recupero fra una prova e l'altra.

**DESCRIZIONE**

Gli studenti si dividano in quattro gruppi uniformi e svolgano il lavoro descritto di seguito per il calcolo dell'1RM con metodo indiretto e con metodo diretto. Il calcolo dell'1RM dovrà essere effettuato su chest press, panca orizzontale, leg press e leg extension.

Metodo indiretto:

Dopo un adeguato riscaldamento si chiedi al soggetto di trovare per ciascun esercizio effettuato un carico da riuscire a sollevare almeno 8 volte, ma non più di 12.

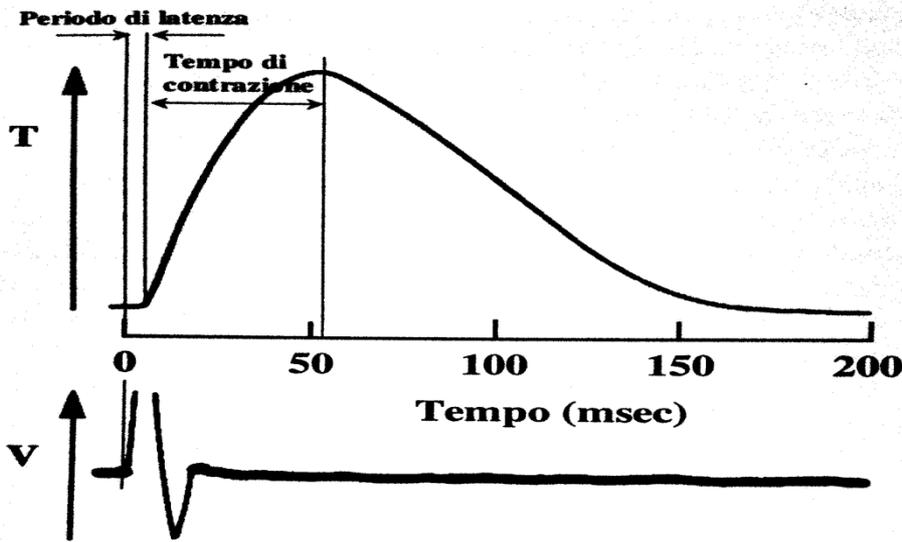
Metodo diretto:

Successivamente si effettuino delle ripetizioni massimali incrementando progressivamente il carico, finché il soggetto non arriva a sollevare il peso una volta soltanto (carico massimale sostenibile).



**SCOPO**

Essere in grado di ricavare e valutare i valori di massima forza isometrica di diversi distretti muscolari attraverso l'utilizzo di differenti strumentazioni.



**LIVELLO**

**TEMPO**

60'

**OPERATORI**

1

**PERSONE**

3

1 soggetto esegue gli esercizi  
1 soggetto controlla l'esecuzione  
1 soggetto annota i valori di forza

**MATERIALE**

1 cella di carico  
1 powerlab + kit  
1 pc  
1 cybex

**PREMESSE**

La contrazione statica o isometrica è un tipo di contrazione in cui la lunghezza del muscolo rimane costante. La forza isometrica sviluppata da una fibra muscolare dipende principalmente dal numero di interazioni actina-miosina di sarcomeri adiacenti disposti in parallelo (non in serie) che si formano nell'area della sua sezione trasversa. La risposta del muscolo ad un singolo stimolo, specialmente in condizioni isometriche, è molto rapida e viene definita risposta singola. L'evento meccanico segue il potenziale d'azione con un certo ritardo prima che il muscolo inizi a sviluppare tensione (periodo di latenza) ed il tempo trascorso tra la fine del periodo di latenza ed il picco di tensione sviluppata dal muscolo viene definito tempo di contrazione. Quest'ultimo parametro è molto variabile a seconda del tipo di fibra. Se ad uno stimolo se ne fanno seguire altri ad intervalli di tempo sufficientemente lunghi si verifica nel muscolo una serie di eventi meccanici, eguali tra loro, in successione. In questo caso, dopo ogni singolo stimolo, il muscolo non può ritornare alle condizioni di riposo e la tensione sviluppata raggiunge un valore costante circa tre volte superiore a quello sviluppato per effetto di uno stimolo massimale singolo (tetano completo).

La valutazione della forza massimale rappresenta un elemento utile nel giudizio di validità di un atleta. Nel compimento del gesto specifico tuttavia vengono generalmente espresse delle percentuali di forza relativamente modeste e l'azione isometrica viene utilizzata assai di rado. Inoltre, malgrado l'incremento di tale capacità risulti un presupposto indispensabile per ottenere il miglioramento delle altre espressioni della prestazione muscolare, un atleta dotato di elevata forza massimale può essere relativamente carente proprio nelle qualità necessarie per il suo sport. Si ritiene quindi la valutazione della forza massima isometrica, salvo rari casi, un indice generale dell'efficienza dell'atleta con scarso potere predittivo sulla capacità di prestazione. L'importanza di tale misura risiede piuttosto nella possibilità di valutarne le variazioni come indicatore dell'efficacia dell'allenamento. Utilizzando dinamometri forniti di sensore elettronico è possibile attraverso un elaboratore registrare il segnale relativo alla forza espressa durante una contrazione massimale isometrica al fine di ottenere anche il diagramma forza/tempo. Il parametro rilevato è sempre la massima forza isometrica, ma l'elaborazione del diagramma forza/tempo fornisce utili indicazioni sulla capacità di rapido reclutamento, sulla stiffness muscolo-tendinea. Inoltre, l'elaborazione dei dati di forza in relazione al tempo di erogazione della stessa permette di ricavare indici derivati che forniscono un quadro preciso delle caratteristiche neuromuscolari del soggetto in esame, come ad esempio l'indice di affaticabilità.

**DESCRIZIONE**

Gli studenti si dividano in quattro gruppi uniformi e svolgano il lavoro descritto di seguito:

**ESERCIZIO 1 CON CELLA DI CARICO:**

- a) Si chiedi al soggetto di effettuare una massima contrazione isometrica del bicipite brachiale con un angolo al gomito di 90° (braccio in appoggio su struttura rigida orizzontale) e di mantenere la contrazione per 30";
- b) si chiedi poi allo stesso di effettuare una massima contrazione isometrica del bicipite brachiale con un angolo al gomito rispettivamente di 130°, 110°, 90° e 70°.

**ESERCIZIO 2 CON CYBEX:**

- a) Si chiedi al soggetto di effettuare una massima contrazione isometrica del quadricipite con un angolo al ginocchio di 90° e di mantenere la contrazione per 30";
- b) Si chiedi poi allo stesso di effettuare una massima contrazione isometrica del quadricipite con un angolo al ginocchio rispettivamente di 130°, 110°, 90° e 70°.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga gli esercizi descritti in precedenza.  
 Per entrambi i distretti muscolari si rilevi, attraverso la strumentazione utilizzata ed il programma di elaborazione dati, il picco massimo di forza isometrica (N), la velocità di reclutamento (??) e l'indice di affaticabilità percentuale ad angolo articolare di 90°. In secondo luogo si rilevi la massima forza isometrica, sia del bicipite che del quadricipite, ad angoli: 130°, 110°, 90°, 70° e si traccino con i dati ottenuti i diagrammi tensione-lunghezza. Si analizzino infine i risultati.

**RISULTATI**

	SOGGETTO	NOME: ETA':		PESO (kg):	ALTEZZA (cm):
		BICIPITE		QUADRICIPITE	
ESERCIZIO a)	Massima Forza Isometrica 90° (N)				
	Velocità di reclutamento (msec?)				
	Indice di affaticabilità (%)				
ESERCIZIO b)	Massima Forza Isometrica 70° (N)				
	Massima Forza Isometrica 90° (N)				
	Massima Forza Isometrica 110° (N)				
	Massima Forza Isometrica 130° (N)				

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**

--	--

**BIBLIOGRAFIA**

1. A Comparison Of Critical Force And Electromyographic Fatigue Threshold For Isometric Muscle Actions Of The Forearm Flexors. Hendrix, C. ; Housh, Terry ; Johnson, Glen ; Weir, Joseph ; Beck, Travis ; Malek, Moh ; Mielke, Michelle ; Schmidt, Richard. European Journal Of Applied Physiology, 2009, Vol.105(3), Pp.333-342.
2. Analysis Of Force Profile During A Maximum Voluntary Isometric Contraction Task. Househam, Elizabeth ; Mcauley, John ; Charles, Thompson ; Lightfoot, Timothy ; Swash, Michael. Muscle & Nerve, 2004, Vol.29, Pp.401-408.
3. Bohannon R. Testing Isometric Limb Muscle Strength With Dynamometers. Crit Rev Phys Med Rehabil 1990; 2: 75-86.
4. Comparison Of Maximal Voluntary Isometric Contraction And Drachman's Hand-Held Dynamometry In Evaluating Patients With Amyotrophic Lateral Sclerosis. Beck, M ; Giess, R ; Würffel, W ; Magnus, T ; Ochs, G ; Toyka, K V. Muscle & Nerve, 1999, Vol.22(9), Pp. 1265-70.
5. Error Associated With Antagonist Muscle Activity In Isometric Knee Strength Testing. Krishnan, Chandramouli ; Williams, Glenn. European Journal Of Applied Physiology, 2010, Vol.109(3), Pp.527-536.
6. Hébert-Losier K, Holmberg Hc. Knee Angle-Specific Mvic For Triceps Surae Emg Signal Normalization In Weight And Non Weight-Bearing Conditions. J Electromyogr Kinesiol. 2013 Apr 29.
7. Jaskolski A, Kisiel K, Adach Z, Jaskolska A. The Influence Of Elbow Joint Angle On Different Phases Of Force Development During Maximal Voluntary Contraction. Can J Appl Physiol 2000; 25: 453-465.
8. Peak Triceps Surae Muscle Activity Is Not Specific To Knee Flexion Angles During Mvic Hébert-Losier, Kim ; Schneiders, Anthony G. ; García, José A. ; Sullivan, S. John ; Simoneau, Guy G. Journal Of Electromyography And Kinesiology, 2011, Vol.21(5), Pp.819-826
9. The Influence Of Ageing On The Force-Velocity-Power Characteristics Of Human Elbow Flexor Muscles. Valour, D ; Ochala, J ; Ballay, Y ; Pousson, M. Experimental Gerontology, 2003, Vol.38(4), Pp.387-395.
10. Wilson Gj, Murphy Aj. The Use Of Isometric Tests Of Muscular Function In Athletic Assessment. Sports Med 1996; 22: 19-37.

**SCOPO**

Conoscere utilità e scopi dello Jump Test; prendere dimestichezza nella preparazione e nell'esecuzione dello stesso, sia per quanto riguarda la strumentazione utilizzata che per l'esecuzione dei gesti richiesti; essere in grado in totale autonomia di analizzare ed elaborare i dati raccolti durante i test.



<b>LIVELLO</b>	
<b>TEMPO</b>	60'
<b>OPERATORI</b>	1
<b>PERSONE</b>	3
1 soggetto esegue gli esercizi 1 soggetto controlla l'esecuzione 1 soggetto raccoglie i dati al pc	
<b>MATERIALE</b>	
4 optojump 4 pc	

**PREMESSE**

Lo jump test rappresenta uno dei più comuni metodi per la misura della forza "veloce" della catena estensoria dell'arto inferiore. Esso, inoltre, fornisce informazioni sulla capacità di immagazzinare e restituire energia elastica, capacità che, impropriamente, viene identificata come forza elastica e forza esplosivo-reattivo-balistica. Il test si basa sulla misura dell'altezza raggiunta dall'atleta (sollevamento del baricentro corporeo) in diverse prove di salto. L'altezza di salto è funzione della velocità di stacco. Questa a sua volta è funzione dell'accelerazione positiva del corpo verso l'alto durante il movimento di estensione delle ginocchia, accelerazione dovuta alla quantità di forza che la catena cinetica estensoria riesce a fornire durante l'azione. Se si standardizza l'angolo articolare di partenza del movimento (per esempio 90°), ne risulta che l'arco di movimento lungo il quale la muscolatura esprime tensione è uguale per tutti i soggetti, poiché lo stacco avviene con le ginocchia tese (180°). In questo caso, l'altezza di salto risulta proporzionale alla capacità di esprimere tensione da parte della muscolatura. Il test consiste nella misurazione dell'altezza di salto in due diverse prove: squat jump e counter movement jump.

**Squat jump (SJ):** Consente la rilevazione della forza esplosiva dei muscoli estensori degli arti inferiori. E' una prova di facile realizzazione e ripetibilità e consiste nell'esecuzione di un salto verticale alla massima intensità con partenza dalla posizione di mezzo squat senza contromovimento. Il soggetto deve mettersi in posizione di partenza tenendo i piedi pari e i talloni a contatto con il suolo, la ginocchia piegate a 90°, le mani ai fianchi e il tronco verticale rispetto al suolo. Egli dovrà quindi effettuare un salto verticale alla massima intensità, dalla posizione di partenza, senza effettuare movimenti verso il basso (contromovimento). La forza esplosiva degli arti inferiori, rappresentata dal valore di elevazione raggiunto dal soggetto nelle prove di salto, viene calcolato con la formula: elevazione = tempo di volo<sup>2</sup> \* 1,226.

**Counter movement jump (CMJ):** Viene utilizzato per il rilievo della capacità di riuso elastico dei muscoli estensori degli arti inferiori. Consiste in un salto verticale, partendo dalla posizione eretta, preceduto da contromovimento con piegamento delle ginocchia fino a circa 90° (ciclo stiramento-accorciamento muscolare). Il soggetto deve mettersi in posizione di partenza tenendo i piedi pari con i talloni a contatto con il suolo e la stazione eretta con il tronco verticale rispetto al suolo. Al via il soggetto dovrà effettuare il salto verso l'alto con la massima intensità, facendolo precedere da un rapido piegamento delle ginocchia fino a raggiungere l'angolo di 90°, tenendo i talloni a contatto con il suolo e il tronco eretto; in questo modo si migliora l'elevazione grazie all'accumulo e al riuso di energia elastica e a una maggiore tensione muscolare ottenuta per via riflessa. La caduta deve essere effettuata con le ginocchia distese, sulla punta dei piedi con successiva ammortizzazione per evitare traumi. Il test può essere effettuato sia con le mani ai fianchi, sia con le mani libere di muoversi. In questo secondo caso le capacità coordinative intervengono nel determinare il risultato del test che risulterà così più utile per valutare atleti di discipline sportive nelle quali l'intervento delle braccia favorisce l'elevazione del corpo. Il valore di "elasticità" muscolare si ottiene calcolando la differenza percentuale tra l'altezza di salto raggiunta nello SJ e quella raggiunta nel CMJ:  $[(CMJ - SJ) * 100 / CMJ]$ .

**Salti multipli:** Il test prevede la misurazione dei tempi di contatto e dei tempi di volo di un soggetto che compie una serie di salti multipli in veloce successione, cercando di piegare il meno possibile le ginocchia. In questa prova il soggetto dovrà aiutarsi con le braccia per migliorare la propria elevazione. Questa prova può essere eseguita anche con il CMJ, sia con le mani ai fianchi sia con le braccia libere di muoversi.

Lo jump test si esegue mediante strumenti in grado di misurare il tempo di volo, quali l'ergojump o l'optojump. L'optojump nello specifico è un sistema di rilevamento ottico, composto da due barre, una contenente il sistema di controllo e ricezione, l'altra quello di trasmissione. Ciascuna contiene da 33 a 100 led, a seconda della risoluzione scelta. I led posizionati sulla barra trasmittente comunicano di continuo con quelli sulla barra ricevente. Il sistema rileva eventuali interruzioni e ne calcola la durata. La velocità di uscita è collegata alla forza con cui l'atleta ha spinto. A differenza della Pedana di Bosco, che chiede di saltare sopra una superficie non naturale come un tappetino, l'optojump utilizza la superficie naturale. Questo permette la misurazione dei tempi di volo e di contatto durante l'esecuzione di una serie di balzi, con una precisione di 1/1000 di secondo. Partendo da questi fondamentali dati di base, il software dedicato consente di ottenere con la massima precisione ed in tempo reale una serie di parametri legati alla prestazione dell'atleta. Inoltre l'assenza di parti meccaniche in movimento assicura precisione e grande affidabilità.

L'optojump va oltre la rilevazione dei dati numerici: grazie a piccole telecamere, liberamente posizionabili, permette infatti di registrare le immagini dei test svolti, sincronizzandole perfettamente con gli eventi rilevati. È così possibile godere dei vantaggi di una verifica incrociata fra dati e immagini.

**DESCRIZIONE**

Dopo un'esauriva presentazione da parte dell'esercitatore sull'utilizzo dell'optojump e sulle modalità di svolgimento di SJ e CMJ, gli studenti si dividano in quattro gruppi uniformi. Dopo aver preso un po' di dimestichezza con l'attrezzatura e le tecniche di salto necessarie per lo svolgimento dell'esercitazione, un soggetto per gruppo dovrà eseguire:

1. Squat Jump;
2. Counter Movement Jump;
3. Salti multipli sui 60 secondi senza contromovimento.

Per SJ e CMJ si effettuino tre prove intervallate da recupero completo e si tenga valida la migliore prestazione.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga gli esercizi descritti in precedenza. Si riporti qui di seguito il miglior tempo di volo di SJ e CMJ e tramite la formula citata in precedenza (elevazione = tempo di volo<sup>2</sup> \* 1,226) si calcoli l'altezza di entrambi i salti. A questo punto, grazie ai valori ricavati e alla formula  $[(CMJ - SJ) * 100 / CMJ]$ , si calcoli la differenza percentuale tra l'altezza di salto raggiunta nello SJ e quella raggiunta nel CMJ. Nel test dei salti ripetuti massimali sui 60 secondi si considerino solo la media delle altezze dei cinque salti iniziali e la media delle altezze dei cinque salti finali e si valutino eventuali incrementi o decrementi percentuali attraverso la formula appena utilizzata. Si analizzino infine i risultati ottenuti.

**RISULTATI**

<b>SOGGETTO</b>	NOME: ETA': PESO (kg): ALTEZZA (cm):					
<b>SJ</b>	TEMPO DI VOLO (s): ALTEZZA DI SALTO (cm):					
<b>CMJ</b>	TEMPO DI VOLO (s): ALTEZZA DI SALTO (cm):					
<b>DIFFERENZA % SJ-CMJ</b>						
<b>SALTI MULTIPLI</b>	<b>SALTO 1</b>	<b>SALTO 2</b>	<b>SALTO 3</b>	<b>SALTO 4</b>	<b>SALTO 5</b>	<b>MEDIA</b>
<b>INCREMENTO/DECREMENTO % SALTI MULTIPLI</b>						

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**

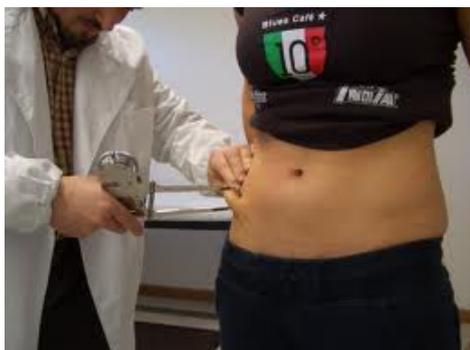


**BIBLIOGRAFIA**

1. Bosco C, Komi PV, Ito A. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. Acta Physiol Scand. 1981 Feb;111(2):135-40.
2. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1983;50(2):273-82.
3. Bosco C, Mogroni P, Luhtanen P. Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1983;51(3):357-64.
4. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, Tsarpela O, Foti C, Manno R, Tranquilli C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;70(5):379-86.
5. Bosquet L, Berryman N, Dupuy O. A comparison of 2 optical timing systems designed to measure flight time and contact time during jumping and hopping. J Strength Cond Res. 2009 Dec;23(9):2660-5.
6. Castagna C, Ganzetti M, Ditroilo M, Giovannelli M, Rocchetti A, Manzi V. Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. J Strength Cond Res. 2013 Mar;27(3):761-8.
7. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, Stauffacher S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. J Strength Cond Res. 2011 Feb;25(2):556-60.
8. Sands, W.A., J.R. McNeal, M.T. Ochi, T.L. Urbanek, N. Jemni, and M.H. Stone. Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. J. Strength Cond. Res. 18(4):000-000. 2004.

## SCOPO

Imparare ad utilizzare correttamente e con le tecniche appropriate il plicometro; prendere esatta conoscenza dei siti anatomici sui quali effettuare le valutazioni ed altrettanta dimestichezza pratica sul come misurare le diverse pliche; essere in grado di predire la densità corporea e la percentuale di massa grassa attraverso l'utilizzo di specifiche equazioni matematiche.



## LIVELLO

## TEMPO

60'

## OPERATORI

1

## PERSONE

3

1 soggetto su cui effettuare le misurazioni  
1 soggetto effettua le misurazioni  
1 soggetto scrive le misurazioni

## MATERIALE

3 Plicometri  
3 Penne  
3 Fogli di lavoro excel

## PREMESSE

La plicometria è un metodo di valutazione indiretto che permette di stimare la componente grassa del corpo umano e viene considerata una tecnica di tipo non invasivo poiché non tocca l'integrità dell'individuo. Si tratta di una metodica densitometrica in quanto arriva alla determinazione di una densità corporea partendo dalla misurazione dello spessore del tessuto adiposo sottocutaneo. La valutazione infatti, avviene tramite la misurazione delle pliche cutanee (le "pieghe della pelle") in determinati punti del corpo, sulla base del fatto che esiste una stretta relazione tra il grasso sottocutaneo, il grasso viscerale e la densità corporea.

La plicometria necessita di un calibro (o compasso) a forma di pinza, il plicometro, che consente di misurare con precisione lo spessore delle pliche cutanee in alcuni segmenti anatomici. La tecnica consiste nell'afferrare tra pollice ed indice una plica cutanea facendola scorrere sul sottostante piano muscolare. Una volta applicato il calibro alla base della plica, le sue punte esercitano una pressione costante sul punto di contatto e lo spessore viene letto direttamente su una scala graduata in millimetri entro due/tre secondi. La misura deve essere rilevata alcune volte (generalmente tre) e si assume il valore medio delle tre prove come quello reale.

Esistono due modi per poter utilizzare tale tecnica: il primo è quello di sommare i vari spessori; la somma che ne deriva è un indice della massa grassa. In questo modo è anche possibile valutare la variazione dei singoli spessori e della loro somma, in termini assoluti o percentuali. Il secondo modo è quello di usare equazioni matematiche specifiche che consentono di predire la densità corporea e la percentuale di massa grassa. Le equazioni sono piuttosto precise da fornire dati in relazione a età, sesso, condizione fisica e stato di allenamento, adiposità e razza di appartenenza. Applicando tali criteri, l'errore della stima del grasso corporeo calcolato per un soggetto oscilla tra il 3 e il 5%. Numerose sono le equazioni antropometriche per la predizione della composizione corporea come ad esempio quelle di Jackson e Pollock, Sloan, Durnin e Womersley, Katch e McArdle.

Vi sono molti fattori che influenzano la precisione dei risultati. Il fattore più importante è l'esperienza dell'operatore. Egli infatti deve essere capace di effettuare i rilevamenti in modo corretto e con le tecniche appropriate. È importante standardizzare i criteri di selezione e di localizzazione dei siti di misurazione, poiché anche piccole variazioni possono compromettere in maniera decisiva il valore misurato. La standardizzazione dei siti di misurazione dovrebbe sempre riferirsi a punti di repere ben chiari. In secondo luogo certe condizioni del soggetto, come ad esempio la pratica dell'esercizio fisico, aumentano il flusso ematico superficiale che falsifica i dati per eccesso; in persone obese o atleti molto muscolosi si presentano invece parecchie difficoltà nel prendere correttamente le pliche. Anche il tipo di calibro può introdurre errori di misura. Lo strumento deve essere affidabile, correttamente tarato e utilizzato secondo le indicazioni del produttore poiché fra un tipo e l'altro può esserci uno scarto addirittura del 15%. Una volta considerati tutti questi aspetti, i dati ottenuti non vanno considerati precisi al 100%, ma danno in ogni caso una buona approssimazione e consentono di valutare importanti indici di salute e performance in modo abbastanza rapido.

## DESCRIZIONE

L'esercitatore presenti e dimostri la tecnica di utilizzo del plicometro. Successivamente gli studenti si dividano in tre gruppi ed inizino ad esercitarsi e a prendere confidenza nel riconoscimento dei principali punti di repere e nella corretta rilevazione della plica.

Ciascun gruppo poi effettui le misurazioni su uno stesso soggetto. Si rilevino le seguenti pliche (nonché le più frequentemente utilizzate): **plica tricipitale**: misurata in senso verticale sulla parte posteriore del braccio destro, in posizione intermedia fra le estremità prossimale e distale dell'omero (spalla e gomito); il gomito rimane rilassato in estensione; **plica sottoscapolare**: misurata in senso obliquo, proprio al di sotto dell'angolo inferiore della scapola destra; **plica dell'avambraccio**: misurata verticalmente nella parte mediale interna dell'avambraccio; **plica medio ascellare**: misurata verticalmente sotto l'ascella all'altezza dello sterno; **plica soprailiaca (cresta iliaca)**: misurata in senso leggermente obliquo proprio al di sopra della cresta iliaca a destra; la plica segue il naturale andamento obliquo del tessuto cutaneo in questa zona; **plica addominale**: misurata in senso verticale circa 3 cm a destra dell'ombelico ed 1 cm inferiormente ad esso con il soggetto che respira normalmente ed ha la muscolatura addominale rilassata; **plica alla coscia**: misurata in senso verticale sulla parte mediana della coscia destra al terzo superiore; si chiede al soggetto di flettere la coscia; **plica toracica (ascella)**: misurata in senso diagonale, con un lungo asse diretto verso il capezzolo destro, sulla linea ascellare anteriore il più in alto possibile; **plica bicipitale (bicipite brachiale)**: misurata in senso verticale nella zona anteriore del braccio destro; **plica sopra patellare**: misurata 2 cm sopra la patella a gamba distesa; **plica poplitea**: misurata verticalmente nel punto di maggior circonferenza del gastrocnemio con gamba flessa a 90°. Durante tali misurazioni (eccetto alcune eccezioni specificate) si chiede al soggetto di rimanere in posizione eretta con le braccia rilassate lungo il corpo.

Si tengano in considerazione alcune importanti procedure sulla modalità di misurazione delle pliche come l'individuazione della zona mediale del muscolo in questione, la segnalazione (con una penna) del punto preciso che si andrà a misurare, la palpazione del muscolo, la presa del muscolo lasciando scivolare le dita pollice e indice della mano sinistra fino a stringere solamente la plica cutanea ed il grasso sottocutaneo sottostante, l'utilizzo del plicometro con la mano destra e la misurazione della plica (mm) entro 2-4 secondi dall'applicazione del calibro.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga le misurazioni descritte in precedenza. Una volta trascritte le pliche nella tabella sottostante, si inseriscano nel foglio di lavoro excel i dati necessari per calcolare la densità corporea e la percentuale di massa grassa del soggetto.  
 Per il calcolo della densità corporea si utilizzi l'equazione di Jackson e Pollock:  $1,10938 - 0,000267 (x1) + 0,0000016 (x2) - 0,0002574 (x2)$ , dove per x1 s'intende la somma della plica del pettorale, dell'addominale e della coscia anteriore, mentre al posto di x2 si inserisca l'età del soggetto.  
 Infine, per calcolare la percentuale di massa grassa, si applichi l'Equazione di Siri:  
 $\% = (4,95/\text{densità corporea} - 4,5) * 100$ . Si analizzino i risultati.

**RISULTATI**

<b>SOGGETTO</b>	NOME:		
	ETA':		
PESO (kg):			
ALTEZZA (m):			
<b>PLICA (mm)</b>	<b>PROVA 1</b>	<b>PROVA 2</b>	<b>PROVA 3</b>
Tricipitale			
Sottoscapolare			
Avambraccio			
Medioascellare			
Soprailiaca			
Addominale			
Coscia			
Toracica			
Bicipitale			
Soprapatellare			
Poplitea			

DENSITA' CORPOREA (g/cm<sup>3</sup>):

% MASSA GRASSA:

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**

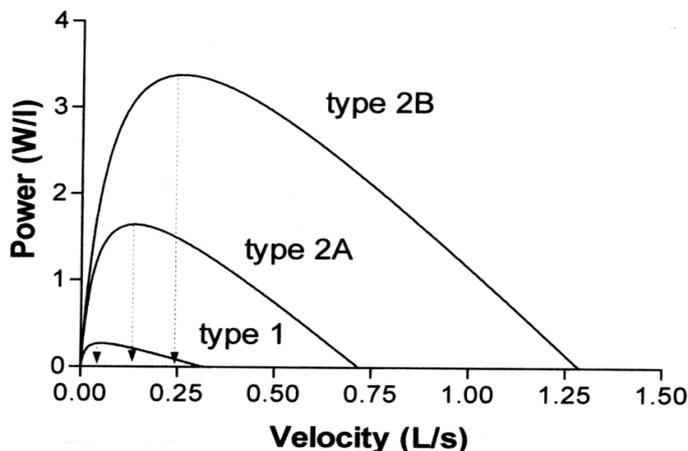
	<p>.....</p>
--	--

**BIBLIOGRAFIA**

1. Davidson LE, Wang J, Thornton JC, Kaleem Z, Silva-Palacios F, Pierson RN, Heymsfield SB, Gallagher D. Predicting fat percent by skinfolds in racial groups: Durnin and Womersley revisited. Med Sci Sports Exerc. 2011 Mar;43(3):542-9.
2. Fogelholm M, van Marken Lichtenbelt W. Comparison of body composition methods: a literature analysis. Eur J Clin Nutr. 1997 Aug;51(8): 495-503.
3. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc. 1980;12(3):175-81.
4. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. 1978. Br J Nutr. 2004 Jan;91(1):161-8.
5. Jackson AS, Pollock ML. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. Med Sci Sports. 1977 Winter;9(4):197-201.
6. Jackson AS, Pollock ML. Steps toward the development of generalized equations for predicting body composition of adults. Can J Appl Sport Sci. 1982 Sep;7(3):189-96.
7. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. The Physician and Sportsmedicine, 13, 76-90

SCOPO

Essere in grado di ricavare e calcolare, attraverso esercitazioni di forza su macchine isotoniche, i valori di forza, velocità e potenza; prendere inoltre dimestichezza nella costruzione, lettura ed analisi della relazione forza-potenza-velocità, definendo il massimo valore di forza grazie al quale verrà espressa la maggior potenza.



<b>LIVELLO</b>	
<b>TEMPO</b>	45'
<b>OPERATORI</b>	1
<b>PERSONE</b>	3
1 soggetto esegue l'esercizio 1 soggetto legge le misurazioni 1 soggetto trascrive le misurazioni ed effettua i calcoli	
<b>MATERIALE</b>	
Attrezzatura isotonica con misuratore di potenza tipo power control	

PREMESSE

La relazione Forza-Potenza o Forza-Velocità è definita come la relazione tra la forza massima che il muscolo è in grado di produrre ad una data velocità di accorciamento. Esiste una stretta relazione tra forza-velocità-potenza del muscolo, nella quale la potenza stessa è direttamente proporzionale agli altri due parametri. La velocità di contrazione isotonica di un muscolo è massima quando il carico applicato è pari a zero, diminuisce con l'aumentare del peso e diviene zero quando il valore di forza è tale per cui il muscolo non può più accorciarsi (eguaglia o supera la massima forza isometrica). Essa viene identificata come positiva se ci si riferisce ad una velocità di accorciamento e come negativa qualora si abbia a che fare con un fenomeno di allungamento (il carico imposto al muscolo eccede la massima tensione). Inizialmente la relazione forza-potenza è stata proposta come una relazione lineare inversa, cioè si registrava una diminuzione lineare nella capacità di produrre forza all'aumentare della velocità di accorciamento.

Hill, invece, nel 1938 studiò le due variabili nella loro interdipendenza e propose una relazione curvilinea iperbolica, in cui la forza diminuisce in modo esponenziale all'aumento della velocità di accorciamento del muscolo.

La curva di Hill è la rappresentazione grafica della relazione tra forza e velocità: la velocità con cui il muscolo si contrae risulta decrescente a causa dell'aumento del carico esterno a cui è sottoposto e quindi della forza necessaria per vincerlo.

Esiste perciò una velocità alla quale la potenza sviluppata è massima: al di sopra e al di sotto di tale velocità la potenza diminuisce fino a diventare zero; da un lato perché alla velocità massima la forza è nulla, dall'altro perché alla massima espressione di forza corrisponde una velocità di contrazione pari a zero. La potenza massima (P max) dovrebbe corrispondere al punto in cui la velocità è circa un terzo della velocità massima.

Nella pratica sportiva la curva si traduce nella possibilità di determinare carichi adeguati per le varie e specifiche tipologie di allenamento.

Nel muscolo siamo in grado di misurare sia la velocità di accorciamento (nella contrazione concentrica), sia la velocità di allungamento o stiramento (nella contrazione eccentrica). In una contrazione concentrica, con l'aumento di velocità, la capacità di produrre forza diminuisce. Considerando che esiste una velocità di connessione e disconnessione dei ponti acto-miosinici e che la forza è proporzionale al numero di ponti tra i filamenti di actina e miosina, quando i filamenti di actina scivolano ad un'alta velocità sui filamenti di miosina la forza diminuisce: c'è così una riduzione del numero di ponti acto-miosinici. Allo stesso modo, quando i filamenti di actina scivolano sui filamenti di miosina a bassa velocità, la forza è maggiore e ciò significa che un maggior numero di ponti acto-miosinici è stato stabilito. Perciò il tutto varia dall'efficienza con cui vengono fatti avvicinare e interagire i ponti di actina e miosina: tanto più tempo si dà ai ponti di actina e miosina di prendere contatto tra di loro, tanto maggiore sarà ad una certa lunghezza la forza espressa. Semplicemente se la contrazione avviene a velocità bassa si dà agio ai ponti di actina e di miosina di interagire nella maniera migliore tra di loro; se invece avviene molto rapidamente tutti questi processi biochimici e meccanici che richiedono tempo non riescono ad esprimersi nella maniera più efficiente, quindi la forza espressa è minore. Questo è il motivo per cui tanto maggiore è la velocità, tanto minore è la forza che il muscolo è in grado di esprimere, nella fase di accorciamento.

Nella fase di allungamento invece intervengono gli elementi elastici in serie che sono situati nei ponti di actina e di miosina: allungando il muscolo quando è contratto e quando i siti di actina e miosina sono legati l'uno all'altro, si mettono in tensione gli elementi elastici non smorzati; questo contribuisce a sommare alla forza espressa dall'interazione actina-miosina anche la forza espressa dagli elementi elastici non smorzati che sono stati tirati.

I fattori neuromuscolari che influenzano la produzione di forza e velocità e quindi di potenza sono: tipi di fibre muscolari, ipertrofia, reclutamento delle fibre, reclutamento e frequenza, sincronizzazione, efficienza neuromuscolare, coordinazione intra- e intermuscolare, fenomeni eccitatori e inibitori della contrazione muscolare, caratteristiche elastiche del muscolo.

Per ciascun tipo di fibra la potenza è "ottimale" ad una specifica velocità, che è vicina a quella dell'accorciamento naturale del muscolo in vivo. Muscoli con diversi tipi di fibre hanno un picco di potenza "intermedio" che dipende dalla percentuale relativa di fibre di tipo I e II. La potenza picco è minore nelle fibre di tipo I rispetto alle fibre di tipo II perché la loro curva F-v è diversa: le fibre lente e veloci si accorciano a differenti velocità, ma entrambe alla loro velocità ottimale (alla quale in vitro sviluppano la massima potenza) ed esprimono livelli di forza massimale diversi. Le fibre di tipo I hanno una velocità di accorciamento sei volte minore rispetto a quella delle fibre di tipo II e una forza massimale del 40% inferiore.

**DESCRIZIONE**

Gli studenti si dividano in tre gruppi uniformi. Ciascun gruppo esegua un test di forza su macchina isotonica leg press dotata di dispositivo power control. Si parta con un carico pari al peso corporeo del soggetto che sta eseguendo il test e si chieda allo stesso di effettuare una spinta alla massima velocità. Si prosegua con delle prove successive (minimo cinque), aumentando in maniera costante i carichi. Si eseguano 2 ripetizioni per ogni intensità di sforzo e si scelga la prova migliore.

**ESERCITAZIONI**

Ogni gruppo svolga l'esercitazione descritta in precedenza. Attraverso il sistema power control si misuri la velocità di esecuzione delle varie prove, si calcoli la potenza erogata ad ogni step e s'inseriscano nelle tabelle sottostanti forza, velocità e potenza. Si riportino i valori sugli assi cartesiani, si disegni la curva forza-velocità e forza-potenza e si metta in evidenza il massimo valore di forza per cui il muscolo ha espresso la maggior potenza. Si concluda l'esercitazione con un'analisi ed un commento dei risultati ottenuti. F rappresenta il carico in kg moltiplicato per l'accelerazione di gravità 9,81 (Newton).

**RISULTATI**

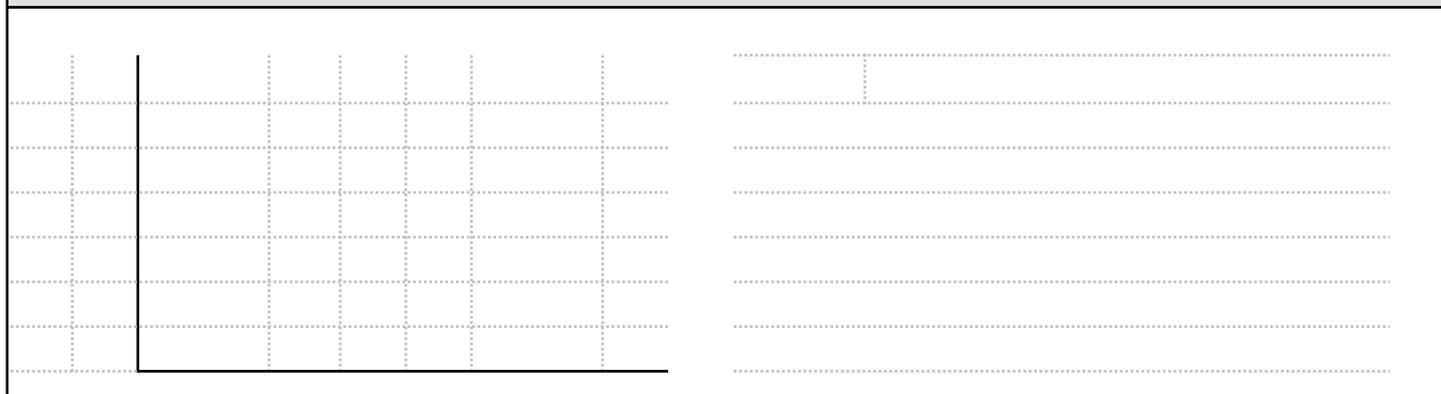
NOME:  
ETA':

PESO (kg):

ALTEZZA (cm):

PROVA	FORZA (N)	VELOCITA' (m/s)	POTENZA (W)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

**ANALISI, GRAFICA E COMMENTI**



**BIBLIOGRAFIA**

- Andersen, Lars L., Jesper L. Andersen, S. Peter Magnusson, Charlotte Suetta, Jørgen L. Madsen, Lasse R. Christensen, and Per Aagaard. Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *J Appl Physiol* 99: 87–94, 2005.
- Callahan DM, Kent-Braun JA. Effect of old age on human skeletal muscle force-velocity and fatigue properties. *J Appl Physiol* 111: 1345–1352, 2011.
- Jones DA. Changes in the force-velocity relationship of fatigued muscle: implications for power production and possible causes. *J Physiol*. 2010 Aug 15;588(Pt 16):2977-86.
- Limonta, E and Sacchi, M. Morphological analysis of force/velocity relationship in dynamic exercise at varying loads. *J Strength Cond Res* 24(8): 2065–2072, 2010.
- Miller RH, Umberger BR, Caldwell GE. Sensitivity of maximum sprinting speed to characteristic parameters of the muscle force-velocity relationship. *J Biomech*. 2012 May 11;45(8):1406-13.
- SPRAGUE, R. C., J. C. MARTIN, C. J. DAVIDSON, and R. P. FARRAR. Force–Velocity and Power–Velocity Relationships during
- Maximal Short-Term Rowing Ergometry. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 39, No. 2, pp. 358–364, 2007.
- Sugisaki N, Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of muscle contraction levels on the force-length relationship of the human Achilles tendon during lengthening of the triceps surae muscle-tendon unit. *J Biomech*. 2011 Jul 28;44(11):2168-71.
- Yamauchi J, Mishima C, Nakayama S, Ishii N. Force-velocity, force-power relationships of bilateral and unilateral leg multi-joint movements in young and elderly women. *J Biomech*. 2009 Sep 18;42(13):2151-7.