

ESPERIENZE SU SOGGETTI IN ETA' EVOLUTIVA ALLENATI ED ATLETI DI ELEVATO VALORE CON UN TEST PER IL RILIEVO DELLA MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

A. DAL MONTE, L.M. LEONARDI, F. SARDELLA, M. FAINA, V. SIANI

C.O.N.I. - Istituto di Medicina dello Sport (Direttore: Prof. A. Venerando)

Il termine « massima potenza anaerobica alattacida » (M.P.A.A.) viene usato per definire un tipo di attività fisica che richiede uno sforzo muscolare così intenso da risultare totalmente esauriente in un tempo complessivo che la gran parte degli AA. concorda nel definire non superiore ai 10 secondi.

Le metodologie più conosciute e diffuse atte a misurare la MPAA sono, in generale, test di durata molto breve; ci vogliamo riferire alla prova della scala di Margaria, della scala di Murase e del cicloergometro di Ayalon.

Queste metodiche, considerando la relazione che esiste tra la forza e la velocità con cui la forza stessa viene applicata (fig. 1), favoriscono

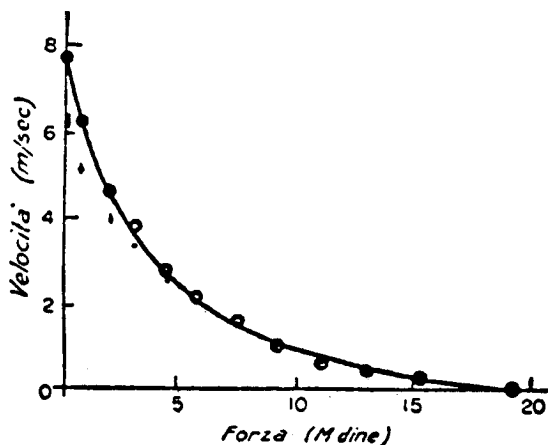


Fig. 1 - Relazione esistente tra la forza e la velocità con cui la forza stessa viene applicata.

i soggetti capaci di un'elevata destrezza e velocità motoria, mentre penalizzano quelli meno agili e rapidi anche se di forza e potenza concentrate ma non esplosive.

Per superare questa limitazione è stato sperimentato nell'Istituto di Medicina dello Sport di Roma del CONI un test basato sulla misura della spinta massima che un soggetto, che cammina su di un ergometro trasportatore posto in salita, è capace di applicare ad una barra dinamometrica situata dinanzi a lui (fig. 2 e 2 bis). In accordo con il tempo di esaurimento delle sorgenti energetiche alattacide, la durata del test è stata fissata in 10 secondi, mentre l'altezza della barra dinamometrica è stata stabilita, sperimentalmente, a livello del baricentro corporeo (cioè pressappoco all'altezza dell'ombelico), essendo questa risultata la posizione in cui i soggetti testati erano capaci di esprimere la maggiore spinta in senso parallelo al piano di scorrimento del nastro trasportatore. L'inclinazione dell'ergometro è stata fissata nel valore del 10%, essendosi constatato che, lavorando a varie velocità di scorrimento del nastro, la riduzione dell'area circoscritta della forza applicata alla barra in funzione del tempo registrata incrementando la percentuale dell'inclinazione dell'ergometro stesso, non veniva controbilanciata dal corrispondente maggior lavoro di sollevamento del proprio corpo per pendenze superiori alla percentuale del 10%. Per quanto riguarda la velocità di scorrimento del nastro stesso, essa è stata scelta di m 1.5/s oltre a due valori superiori che risultano essere di m 2/s e di m 3/s.

A velocità inferiori a quella di m 1.5/s, pur risultando più elevata la spinta sulla barra, il lavoro totale realizzato assumeva un valore inferiore a causa sia del minore percorso effettuato, sia della inferiore elevazione virtuale raggiunta procedendo in salita sul nastro trasportatore.

Con le velocità superiori ci si è ripromessi, in accordo con l'andamento della curva F/V, di verificare quale fosse, applicando differenti componenti dinamico-motorie, la capacità dei soggetti di esprimere massime potenze istantanee.

Nel presente lavoro vengono citate le risultanze ottenute alla sola velocità inferiore e cioè m 1.5/s, per quanto riguarda i soggetti in età evolutiva, mentre gli atleti élite sono stati testati anche alle velocità di m 2.0/s e m 3.0/s.

Esperienze alle velocità superiori su tutti i soggetti esaminati costituiranno il tema per la prosecuzione dello studio sul metodo proposto. E', infatti, entrata di routine presso l'Istituto di Medicina dello Sport di Roma la registrazione del test alle tre diverse velocità.

Materiale e metodo

Il test per la valutazione della massima potenza anaerobica alattacida è stato applicato su 369 soggetti di ambo i sessi di età compresa tra gli 8 ed i 23 anni praticanti le seguenti attività sportive: tennis, nuoto, pallavolo, rugby, scherma, canottaggio, lotta, bob e slittino.

Per indicare quale sia la partecipazione delle diverse fonti energetiche e l'importanza delle stesse nella valutazione degli atleti suddetti, ci rifacciamo alla classificazione presentata dal Dal Monte, corredata anche dai dati proposti da Mathews e Fox, in cui sono indicate non solo le frequenze cardiache raggiunte nelle varie discipline sportive e la loro distribuzione percentuale nell'ambito della performance, ma anche

quale sia la rispettiva partecipazione dei vari processi energetici coinvolti « nella produzione della prestazione » (tab. 1 ÷ 7).

Il lavoro compiuto durante il test consistente, come si è detto, nello spingere una barra dinamometrica correndo su un ergometro trasportatore a velocità definite ed all'inclinazione del 10% per il tempo di 10", è stato calcolato analizzando con metodo matematico i diagrammi dinamometrici registrati durante la prova stessa (tab. 8).

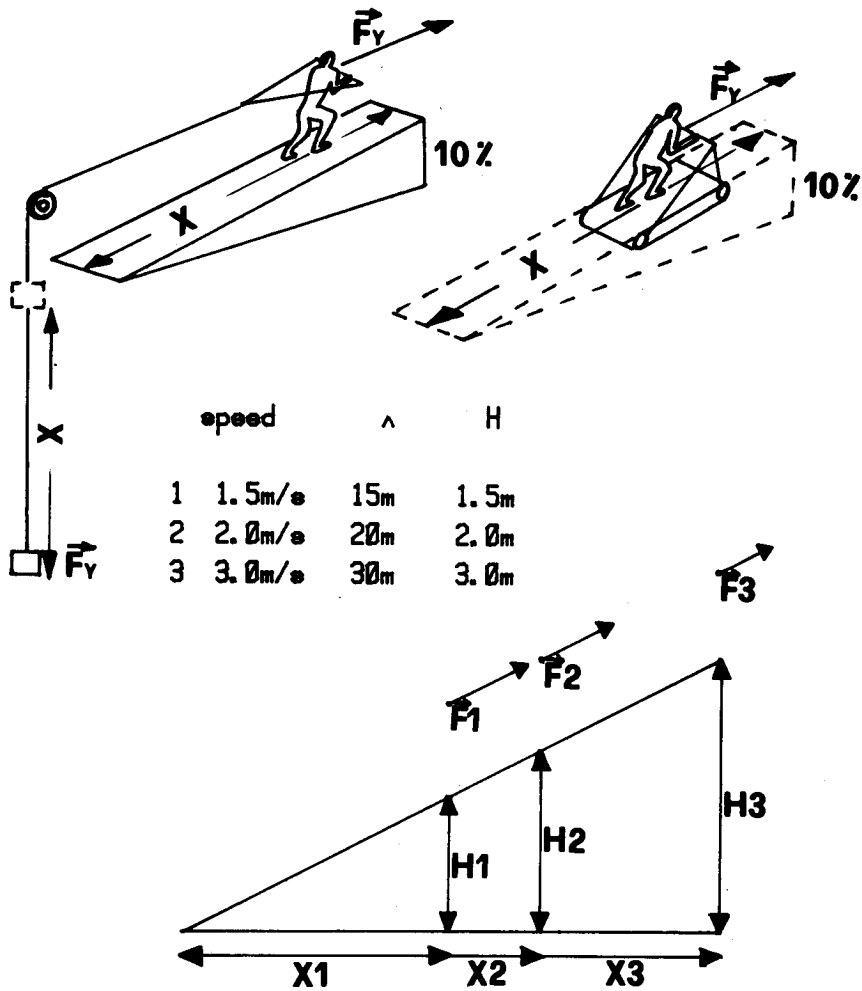


Fig. 2 bis - La spinta che un soggetto è capace di applicare ad una barra fissa posta dinanzi a lui mentre cammina su di un nastro trasportatore inclinato del 10%, a velocità costante, per un tempo di 10 secondi, è equivalente alla spinta che lo stesso soggetto applicherebbe ad un carico massimale per fargli percorrere, nei 10 secondi stabiliti, il medesimo spazio.

Leggenda Tab. (da 1 a 7)

Nella classificazione proposta la frequenza cardiaca viene indicata come:

LF (low frequency: frequenza bassa) fino a 100 pulsazioni/min.

AF (average frequency: frequenza media) tra 100 e 140 pulsazioni/min.

HF (high frequency: frequenza alta) tra 140 e 175 pulsazioni/min.

TF (top frequency: frequenza massima) oltre 175 pulsazioni/min.

In accordo con la letteratura questa scala si riferisce ad atleti adulti.

Negli atleti più giovani la frequenza cardiaca tende ad essere più alta, con l'età, invece, essa tende a decrescere durante il lavoro.

Per quanto si riferisce ai processi energetici, è stata usata la stessa nomenclatura indicata da Mathews e Fox e cioè:

ATP-CP e LA: per la potenza anaerobica-alattacida e per la potenza anaerobica lattacida.

LA-O₂: per la potenza aerobica-anaerobica lattacida.

O₂: per la potenza aerobica.

ATTIVITA' PREVALENTEMENTE ANAEROBICHE (20"-40")

SPORT	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			PARTICIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORT (in %)		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara			ATP-CP e LA		
	FB	F Med.	FA	F Max	Sub.	Max.	Anaer.	ATP-CP e LA	AL-O ₂	O ₂
<u>ATLETICA LEGGERA</u> 200 m			30%	70%			100%	98% ^{***}	2% ^{***}	
<u>ATLETICA LEGGERA</u> 400 m			10%	90%			100%	80% ^{***}	15% ^{***}	5% ^{***}
<u>PATTINAGGIO: velocità</u> 500 m			20%	80%			100%	95%	5%	
<u>CICLISMO (Pista)</u> 1 Km con partenza da fermo "VELOCITA' 200 m			10%	90%			100%	98%	2%	

* In questo sport le percentuali di Frequenza Cardiaca (F. C.) e di consumo di Ossigeno (O₂) variano concordemente alla situazione della competizione e alla tattica di gara.

** L' eventuale presenza di elevate frequenze cardiache in questo sport dipende da fattori emozionali e non dal costo energetico del lavoro compiuto.

*** ("The Physiological basis of physical education and athletics". D.K.Mathews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Phyladelphia, USA, pag. 577).

ATTIVITA' AEROBICHE-ANAEROBICHE ALTERNATE

SPORT	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			PARTICIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORT (in %)		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara			ATP-CP e LA		
	LF	AF	HF	TF	Sub.	Max.	Anaer.	ATP-CP e LA	AL-O ₂	O ₂
<u>CALCIO *</u>	20%-40%	20%-50%	30%-40%	15%-20%	40%-70%	10%-20%	10%-20%	60%-80% ^{***}	20% ^{***}	0%-20% ^{***}
<u>RUGBY *</u>	30%-50%	30%-60%	20%-30%	15%-20%	45%-75%	5%-15%	15%-20%	40%-70%	10%-20%	30%-50%
<u>PALLACANESTRO **</u>		10%-20%	30%-50%	50%-60%	30%-50%	20%-30%	30%-40%	80% ^{***}	20% ^{***}	
<u>PALLAVOLO *</u>	10%-20%	20%-30%	30%-50%	20%-30%	40%-60%	15%-25%	20%-30%	90% ^{***}	10%	
<u>PALLAMANO *</u>		10%-20%	30%-50%	50%-60%	30%-50%	20%-30%	30%-40%	80%	10%	
<u>BOXE *</u>			40%-60%	40%-60%	40%-60%	10%-20%	15%-30%	50%	20%	30%
<u>LOTTA *</u>			30%-60%	35%-65%	20%-45%	20%-30%	25%-45%	90% ^{***}	10% ^{***}	
<u>JUDO *</u>			30%-60%	40%-60%	20%-45%	25%-35%	25%-45%	90%	10%	
<u>CICLISMO ** - 100 Km a squadre</u>		15%	60%	25%	20%	55%	25%		5%	95%
<u>HOCKEY SU GHIACCIO **</u>		5%-15%	20%-40%	50%-70%	35%-55%	10%-20%	40%-60%	80%-95%	5%-20%	
<u>PALLANUOTO *</u>		5%-10%	25%-40%	55%-70%	20%-50%	20%-35%	40%-60%	30%	40%	30%
<u>TENNIS *</u>	5%-15%	10%-15%	25%-50%	20%-40%	60%-75%	10%-15%	10%-25%	70% ^{***}	20% ^{***}	10% ^{***}

* In questo sport le percentuali di Frequenza Cardiaca (F.C.) e di consumo di Ossigeno (O₂) variano concordemente alla situazione della competizione e alla tattica di gara.

** L'eventuale presenza di elevate frequenze cardiache in questo sport dipende da fattori emozionali e non dal consumo energetico del lavoro compiuto.

*** ("The Physiological basis of physical education and athletics". D.K.Mathews, E.L. Fox- 1976,

W.B. Saunders Company, Phyladelphia, USA, pag. 577).

SPORT	ATTIVITA' AD IMPEGNO AEROBICO-ANAEROBICO MASSIVO (DURATA 40"-4'5")									
	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			PARTECIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORTS (in %)		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara					
	FB	F Med.	FA	F Max.	Sub.	Max.	Anaer.	ATP-CP e AL	AL - O ₂	O ₂
ATLETICA LEGGERA										
400 m OSTACOLI			10%	90%			100%	80% ***	15% ***	5% ***
800 m PIANI			40%	60%			100%	30% ***	65% ***	5% ***
ATLETICA LEGGERA										
1.500 m PIANI			70%	30%		55%	45%	20%	55%	25%
CICLISMO										
INSEGUIMENTO SU PISTA			40%	60%			100%	20%	50%	30%
MUOTO										
100 m (Tutti gli stili)			20%	80%			100%	80% ***	15% ***	5% ***
200 m (Tutti gli stili)			10%	90%			100%	30% ***	65% ***	5% ***
CANOA										
KAYAK: K1 - 1.000 m			30%	70%			100%	20%	50%	30%
K2 - 1.000 m			40%	60%			100%	20%	55%	25%
K4 - 1.000 m			40%	60%			100%	20%	55%	25%
K1 - 500 m			20%	80%			100%	25%	60%	15%
K2 - 500 m			25%	75%			100%	30%	60%	10%
K4 - 500 m			25%	75%			100%	30%	60%	10%
CANADESE: C2 - 1.000 m			30%	70%			100%	20%	55%	25%

*** ("The Physiological basis of physical education and athletics", D.K.Matthews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pag. 577).

SPORT	ATTIVITA' AD IMPEGNO PREVALENTEMENTE AEROBICO (OLTRE 4'-5') (2)									
	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			PARTECIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORTS (in %)		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara					
	FB	FMed	FA	FMax	Sub	Max	Anaer.	ATP - CP e AL	AL e O ₂	O ₂
SCI DI FONDO		15%	70%	15%	15%	75%	10%		5% ***	95% ***
CICLISMO										
STRADA E TUTTE LE GARE SU PISTA DI DURATA SUPERIORE AI 4'		80%-20%	40%-60%	10%-40%	20%-80%	40%-60%	10%-40%		5% ***	95% ***
MUOTO										
400 m			20%	80%		50%	50%	20% ***	40% ***	40% ***
800 m			80%	20%		90%	10%	10%	30%	60%
1500 m			95%	5%		95%	5%	10% ***	20% ***	70% ***
PATTINAGGIO VELOCE										
1500 m			80%	20%		80%	20%	30%	60%	10%
6000 m			90%	10%		90%	10%	20%	40%	40%
10000 m			95%	5%		95%	5%	5%	15%	80%

* In questo sport le percentuali di Frequenza Cardiaca (F.C.) e di consumo di Ossigeno (O) variano concordemente alla situazione della competizione ed alla tattica di gara.

** L'eventuale presenza di elevate frequenze cardiache in questo sport dipende da fattori emozionali e non dal costo energetico del lavoro compiuto.

*** ("The Physiological basis of physical education and athletic", D.K.Matthews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pag. 577).

SPORT	ATTIVITA' AD IMPEGNO PREVALENTEMENTE AEROBICO (OLTRE 4' - 5') (1)							PARTICIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORT (in %)		
	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			Distribuzione percentuale		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara			SPORT (in %)		
	F.B.	F.Med.	F.A.	F.Max.	Sub.	Max.	Anaer.	ATP-CP e AL	AL - O ₂	O ₂
ATLETICA LEGGERA MARCIA (10,000 - 50,000 m)			97%	3%		97%	3%		5%	95%
ATLETICA LEGGERA (FONDO)			90%	10%		80%	20%	10% ***	20% ***	70% ***
5,000 m piani			95%	5%		95%	5%	5% ***	15% ***	80% ***
10,000 m piani			85%	15%		80%	20%	20% ***	40% ***	40% ***
3,000 m siepi			97%	3%		97%	3%		5% *	95% *
MARATONA										
BIATHLON *		15%-25%	50%-70%	55%-80%	20%-30%	70%-80%	10%-15%		5%	95%
CANOTTAGGIO (2,000 m)			20%	80%		50%	50%	20% ***	30% ***	50% ***
CANOA										
KAIAK: K1 - 10,000 m			90%	10%		95%	5%	5%	10%	85%
K2 - 10,000 m			90%	10%		95%	5%	5%	10%	85%
K4 - 10,000 m			90%	10%		95%	5%	5%	15%	80%
CANADESE: C1 - 1,000 m			20%	80%		50%	50%	25%	35%	40%
C1 - 10,000 m			90%	10%		95%	5%	5%	10%	85%
C2 - 10,000 m			90%	10%		95%	5%	5%	10%	85%

- * In questo sport la percentuale di Frequenza Cardiaca (F.C.) e di Consumo di Ossigeno (O₂) variano concordemente alla situazione della competizione ed alla tattica di gara.
- ** L'eventuale registrazione di elevate Frequenze Cardiache in questo sport non dipende dal costo energetico del lavoro svolto ma da fattori emotivi.
- *** ("The Physiological basis of physical education and athletics", D.K.Matthews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA pag. 577)

SPORT	ATTIVITA' DI DESTREZZA							PARTICIPAZIONE DEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORT (in %)		
	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			Distribuzione percentuale		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara			SPORT (in %)		
	FB	Med.	FA	FMax	Sub.	Max	Anaer.	ATP-CP e AL	AL-O ₂	O ₂
PATTINAGGIO ARTISTICO *			40%-70%	30%-70%	20%-40%	30%-40%	20%-40%	60%-80%	10%-30%	20%
GIMNASTICA *			40%-70%	30%-70%	5%-10%	40%-50%	50%-70%	90%***	10%***	
SCI ALPINO *			20%-40%	60%-80%	10%-50%	10%-30%	40%-70%	80%***	20%***	
SHERMA*		10%-30%	40%-70%	20%-50%	60%-70%	5%-15%	30%-70%	90%***	10%***	
TUFFI *			30%-60%	40%-70%			100%	100%		
EQUITAZIONE **		20%-40%	30%-50%	10%-15%	90%-100%		0%-10%	10%		90%
PILOTABILE **	10%-30%	20%-60%	30%-60%	10%-15%	90%-100%		0%-10%	0%-15%		85%-100
AUTO, MOTO, SCIFI VELOCI, AEREI,										
VELA **	0%-60%	0%-50%	30%-50%	0%-10%	90%-100%		0%-10%	0%-15%		85%-100%
TIRO CON FIANCO **	0%-50%	10%-50%	0%-50%	0%-15%	100%					100%
TIRO A SECCO **	0%-60%	0%-50%	0%-50%	0%-15%	100%					100%
TIRO AL VOLO **	0%-50%	0%-50%	0%-50%	0%-15%	100%					100%

- * In questo sport le percentuali di Frequenza Cardiaca (F.C.) e di consumo di Ossigeno (O₂) variano concordemente alla situazione della competizione e alla tattica di gara.
- ** L'eventuale presenza di elevate frequenze cardiache in questo sport dipende da fattori emozionali e non dal costo energetico del lavoro compiuto.
- *** ("The Physiological basis of physical education and athletics", D.K.Matthews, E.L. Fox - 1976, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pag. 577).

ATTIVITA' DI POTENZA

SPORT	FREQUENZA CARDIACA				CONSUMO DI OSSIGENO			PARTICIPAZIONE NEI PROCESSI ENERGETICI NEI VARI SPORT (in %)		
	Distribuzione percentuale durante la gara				Distribuzione percentuale durante la gara			ATP-CP Al.	AL-O ₂	O ₂
	F B	F Med.	F A	F Max	Sub.	Max	Anacr.			
ATLETICA LEGGERA										
LANCIO DEL PESO **		100%					100%	100%		
DINCO **		50%	50%				100%	100%		
MARTELLO **		40%	60%				100%	100%		
CIAVELLOTTO **		10%	70%	20%			100%	100%		
100m **		10%	60%	30%			100%	100%		
100m OSTACOLI **		10%	60%	30%			100%	100%		
SALTO IN ALTO **		40%	60%				100%	100%		
SALTO IN LUNGO **		20%	50%	30%			100%	100%		
SALTO TRIPLO **		20%	50%	30%			100%	100%		
SALTO CON L'ASTA **		20%	50%	30%			100%	100%		
SOLLEVAMENTO PESI **		100%					100%	100%		

* In questo sport le percentuali di Frequenza Cardiaca (F.C.) e di consumo di Ossigeno (O₂) variano concordemente alla situazione della competizione e alla tattica di gara.

** L'eventuale presenza di elevate frequenze cardiache in questo sport, dipende da fattori emozionali e non dal costo energetico del lavoro compiuto.

*** (" The Physiological basis of physical education and athletics". D.K. Matthews, E.L. Fox - 1976 W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pag. 577).

TAB. 8 CALCOLO DELLA MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

$$MPAA = (a * F_x + b * P) + E * 0.2964 * (P + F_y)$$

(1)

(2)

dove:

MPAA = massima potenza anaerobica alattacida (Kgm/10s)

(1) = lavoro meccanico (Kgm/10s)

(2) = equivalente convenzionale al lavoro meccanico esterno (Kgm/10s)

a = distanza percorsa in 10 secondi (metri)

b = elevazione verticale (metri)

F_x = componente orizzontale della forza (Kg)

F_y = componente verticale della forza (Kg)

P = peso del soggetto (Kg)

E = costo energetico della corsa (da P. Carretelli)

Analisi dei risultati

Nelle tabelle 9 e 10 sono descritte le caratteristiche antropometriche del campione studiato.

SPORT	ETÀ anni	SESSO	P E S O Kg.	STATURA cm.
Baseball	14 - 15	M	65.73 ± 4.00	171.77 ± 3.46
	15 - 16	M	66.70 ± 8.16	175.40 ± 5.58
Calcio	10 - 11	M	33.06 ± 3.00	136.25 ± 6.40
	11 - 12	M	38.12 ± 6.18	147.58 ± 3.57
Nuoto	8 - 9	M	36.62 ± 5.52	137.20 ± 1.90
		F	34.35 ± 3.91	139.12 ± 6.22
	9 - 10	M	31.93 ± 4.36	137.21 ± 7.40
		F	36.91 ± 4.55	142.44 ± 6.32
	10 - 11	M	36.95 ± 3.68	144.81 ± 5.31
		F	41.11 ± 4.72	147.95 ± 6.33
	11 - 12	M	42.80 ± 8.91	150.67 ± 11.50
		F	43.96 ± 6.10	153.11 ± 7.15
	12 - 13	M	48.00 ± 4.30	159.65 ± 6.11
		F	49.00 ± 6.82	161.70 ± 5.88
Tennis	8 - 9	M	27.64 ± 4.83	129.27 ± 5.41
		F	28.13 ± 4.62	129.80 ± 4.38
	9 - 10	M	35.13 ± 4.49	138.92 ± 6.49
		F	32.87 ± 3.97	136.73 ± 5.46
	10 - 11	M	34.33 ± 4.10	142.42 ± 5.20
		F	35.88 ± 5.48	140.96 ± 5.09
	11 - 12	M	38.26 ± 7.60	145.34 ± 6.47
		F	37.15 ± 7.32	144.06 ± 6.69
	12 - 13	M	42.32 ± 5.63	151.54 ± 4.34
		F	49.40 ± 5.32	158.65 ± 3.67
13 - 14	M	46.70 ± 8.80	160.42 ± 7.99	
	F	54.74 ± 11.06	159.44 ± 7.50	
14 - 15	M	51.81 ± 8.26	163.91 ± 7.24	

Tab. 9 - Caratteristiche antropometriche del campione studiato (soggetti in età evolutiva allenati).

SPORT	ETA' anni	SESSO	PESO kg	STATURA cm
Palla a volo	27.12±6.53	M	84.62± 6.75	189.75±5.05
Rugby	20.60±0.33	M	86.07±11.53	183.37±6.67
Lotta	26.30±0.28	M	64.90±10.74	165.00±8.48
Canottaggio	21.22±3.54	M	87.32± 4.74	189.37±4.75
Slittino	20.37±5.09	M	79.60±10.77	176.00±5.29
Scornera	25.07±4.36	M	80.75± 6.50	181.75±1.89
Bob	26.50±2.12	M	96.75±16.61	187.50±2.12
	23.88±3.02		82.85± 9.69	181.82±8.86

Tab. 10 - Caratteristiche antropometriche del campione studiato (atleti di elevato valore).

Le tabelle 11 ÷ 18 e figure 3 ÷ 10 riportano, suddivisi per età ed attività sportiva, il lavoro fisico espresso in Kgm/s e, relazionato al peso del soggetto, in Kgm/kg/s, ed inoltre il lavoro complessivo, intendendosi con questo termine la somma tra lavoro fisico e lavoro fisiologico. Anche il lavoro complessivo è espresso in Kgm/s ed in Kgm/kg/s.

Tutte le medie sono state paragonate (tab. 19 e 20) usando il T test secondo la formula:

$$T = \frac{\bar{d}}{S \bar{d}}$$

dove: \bar{d} rappresenta la media della differenza delle medie;

$S \bar{d}$ rappresenta l'errore della media della differenza della media.

Tab. (da 11 a 14) - Lavoro meccanico e lavoro totale (lavoro meccanico + equivalente convenzionale) in rapporto all'età, all'attività sportiva ed al sesso.

		TENNIS			
velocità: 1.5 m/sec		lavoro meccanico		lavoro totale	
		kgm/sec	kgm/kg/sec	kgm/sec	kgm/kg/sec
ETA'	SESSO				
8-9	M	10.642 1.949	0.332 0.035	15.548 2.660	0.563 0.039
8-9	F	8.771 4.061	0.304 0.119	13.835 4.733	0.485 0.122
9-10	M	13.166 1.884	0.379 0.050	19.489 2.399	0.560 0.055
9-10	F	12.308 1.860	0.376 0.050	18.275 2.396	0.658 0.057
10-11	M	13.680 3.310	0.398 0.091	19.946 3.654	0.580 0.096
10-11	F	12.913 1.229	0.376 0.032	19.194 2.138	0.556 0.035
11-12	M	14.454 2.682	0.402 0.064	21.001 3.284	0.584 0.068
11-12	F	13.451 3.277	0.368 0.095	20.101 3.847	0.548 0.100
12-13	M	17.806 3.082	0.412 0.070	26.597 3.893	0.591 0.076
12-13	F	13.167 2.983	0.378 0.058	26.628 3.406	0.553 0.059
13-14	M	20.991 4.182	0.443 0.036	29.550 5.648	0.624 0.038
13-14	F	21.721 4.759	0.410 0.036	31.191 6.485	0.589 0.039
14-15	M	23.637 5.331	0.460 0.072	33.021 6.427	0.641 0.075

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

		NUOTO			
velocita': 1.5 m/sec		lavoro meccanico		lavoro totale	
		kgm/sec	kgm/kg/sec	kgm/sec	kgm/kg/sec
ETA'	SESSO				
9-10	M	14.003 1.838	0.403 0.049	20.442 2.276	0.588 0.055
9-10	F	11.061 1.402	0.347 0.015	17.040 2.116	0.534 0.015
10-11	M	15.771 2.919	0.423 0.058	22.651 3.676	0.608 0.063
10-11	F	15.225 2.088	0.406 0.036	22.070 2.563	0.588 0.037
11-12	M	17.472 2.660	0.423 0.057	24.940 3.163	0.609 0.061
11-12	F	14.662 1.751	0.370 0.055	21.951 2.908	0.550 0.063
12-13	M	17.715 2.646	0.418 0.062	25.504 3.404	0.600 0.068
13-14	M	21.776 1.933	0.457 0.051	30.424 2.374	0.638 0.055
13-14	F	22.403 2.414	0.460 0.048	31.447 3.130	0.646 0.057

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

		CALCIO			
velocita': 1.5 m/sec		lavoro meccanico		lavoro totale	
		kgm/sec	kgm/kg/sec	kgm/sec	kgm/kg/sec
ETA'	SESSO				
10-11	M	13.832 1.642	0.415 0.032	19.902 2.123	0.698 0.036
11-12	M	15.357 1.195	0.463 0.052	21.610 1.297	0.651 0.055

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

velocita': 1.5 m/sec	ETA'	SESSO	BASEBALL		lavoro totale	
			lavoro meccanico kgm/sec	kgm/kg/sec	kgm/sec	kgm/kg/sec
14-15	M		25.265	0.379	37.068	0.556
			3.054	0.042	3.605	0.047
15-16	M		25.256	0.392	36.749	0.570
			2.890	0.043	3.707	0.047

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

Tab. (da 15 a 18) - Lavoro meccanico e lavoro totale (lavoro meccanico + equivalente convenzionale) in rapporto alla attività sportiva ed alla velocità di scorrimento del nastro trasportatore.

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

velocita': m/sec		LOTTA			PALLA A VOLO		
		1.5	2.0	3.0	1.5	2.0	3.0
m e l o	kgm/sec	41.063	52.172	48.332	42.121	49.992	51.964
	a o	0.817	0.461	2.476	11.721	9.095	9.028
	v a o n r i	0.640	0.816	0.751	0.495	0.591	0.614
o o	kgm/kg/sec	0.093	0.142	0.086	0.122	0.103	0.100
l t a o v t o a r l	kgm/sec	63.178	67.462	68.780	58.042	70.182	80.997
	a o	4.562	2.018	5.569	13.366	10.317	10.678
	r l	0.981	1.050	1.067	0.683	0.830	0.957
o e	kgm/kg/sec	0.093	0.143	0.091	0.136	0.114	0.104

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

velocita' m/seo	RUGBY			SCHERMA		
	1.5	2.0	3.0	1.5	2.0	3.0
m						
e	42.930	53.958	58.608	38.773	46.455	49.765
l o	kgm/seo					
a o	8.907	11.964	11.172	2.712	5.126	9.742
v a						
o n						
r i	0.499	0.630	0.680	0.480	0.575	0.612
o o	kgm/kg/seo					
o	0.083	0.126	0.081	0.016	0.051	0.078
	71.365	73.593	86.035	64.940	64.600	74.328
l t	kgm/seo					
a o	11.296	13.825	14.379	4.876	6.317	12.043
v t						
o a						
r l	0.831	0.858	0.999	0.804	0.800	0.916
o e	kgm/kg/seo					
	0.092	0.134	0.091	0.011	0.052	0.083

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

velocita' m/seo	SLITTINO			CANOTTAGGIO		
	1.5	2.0	3.0	1.5	2.0	3.0
m						
e	37.417	40.380	44.363	46.523	53.466	55.170
l o	kgm/seo					
a o	2.746	4.066	2.658	8.238	5.980	4.864
v a						
o n						
r i	0.477	0.513	0.563	0.532	0.612	0.632
o o	kgm/kg/seo					
o	0.083	0.077	0.068	0.082	0.062	0.045
	52.200	59.430	72.037	69.904	74.540	84.872
l t	kgm/seo					
a o	2.400	4.561	4.860	11.037	7.375	7.672
v t						
o a						
r l	0.664	0.753	0.911	0.800	0.854	0.972
o e	kgm/kg/seo					
	0.094	0.089	0.072	0.113	0.071	0.066

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

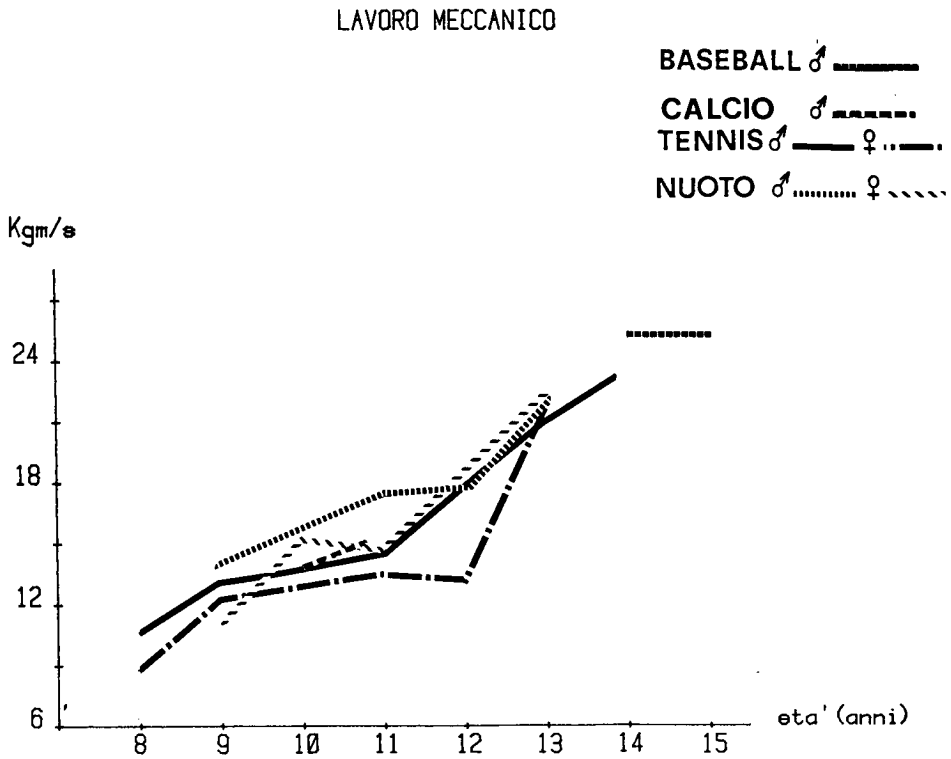
MASSIMA POTENZA ANAEROBICA ALATTACIDA

BOB

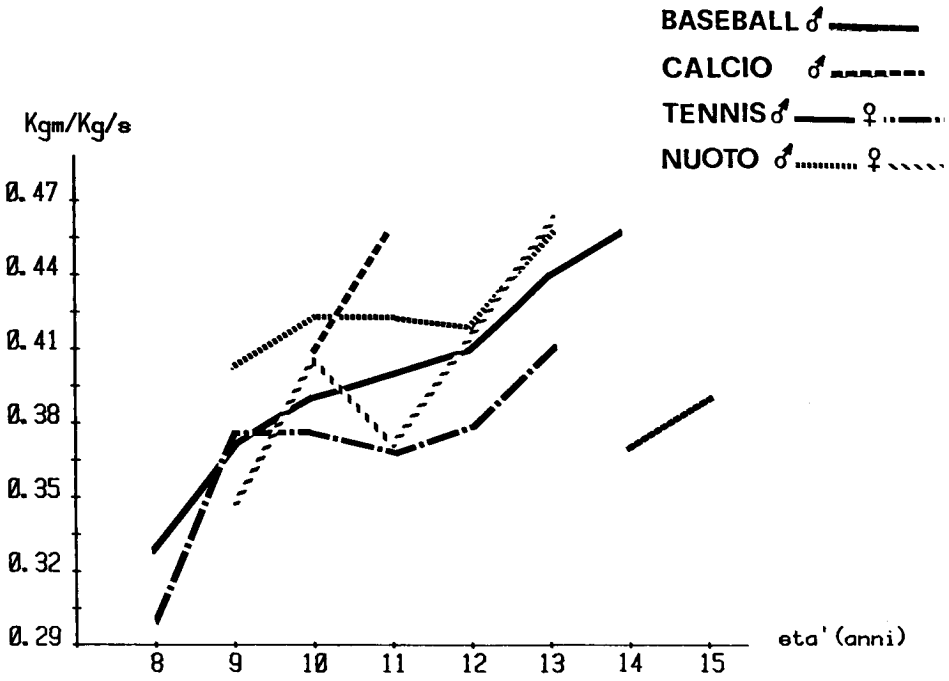
velocita': m/seo	1.5	2.0	3.0
m			
e	52.865	67.820	76.305
l o	kgm/seo		
a o	1.153	3.309	4.957
v a			
o n			
r i	0.555	0.708	0.796
o o	kgm/kg/seo		
o	0.107	0.088	0.086
	86.065	90.760	107.410
l t	kgm/seo		
a o	4.646	7.425	10.437
v t			
o a			
r l	0.898	0.945	1.117
o e	kgm/kg/seo		
	0.106	0.086	0.083

MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD

Fig. (da 3 a 6) - Andamento del lavoro meccanico e del lavoro totale (lavoro meccanico + equivalente convenzionale) in rapporto all'età, all'attività sportiva ed al sesso.



LAVORO MECCANICO



LAVORO TOTALE

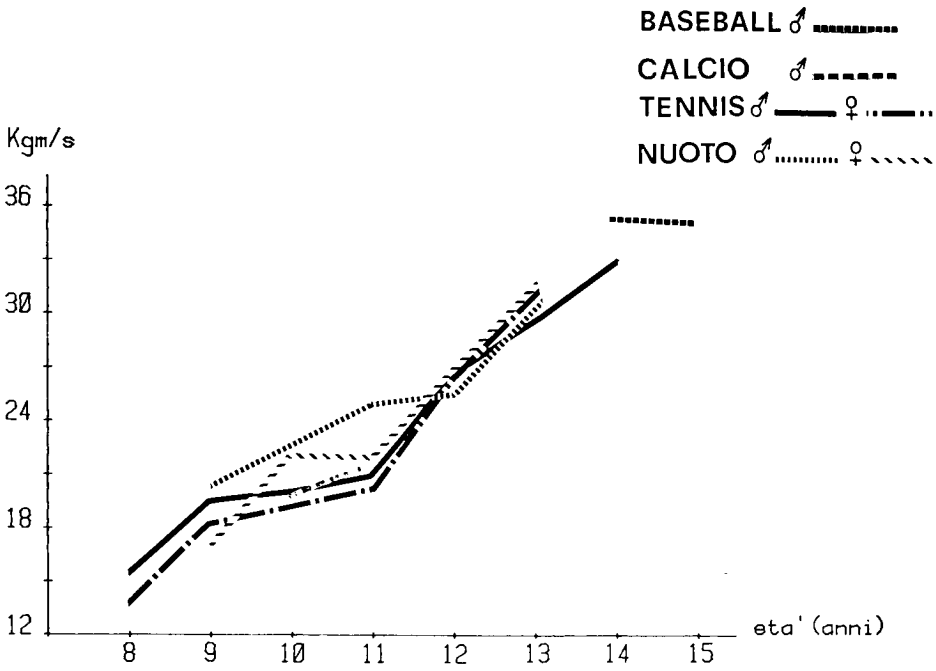
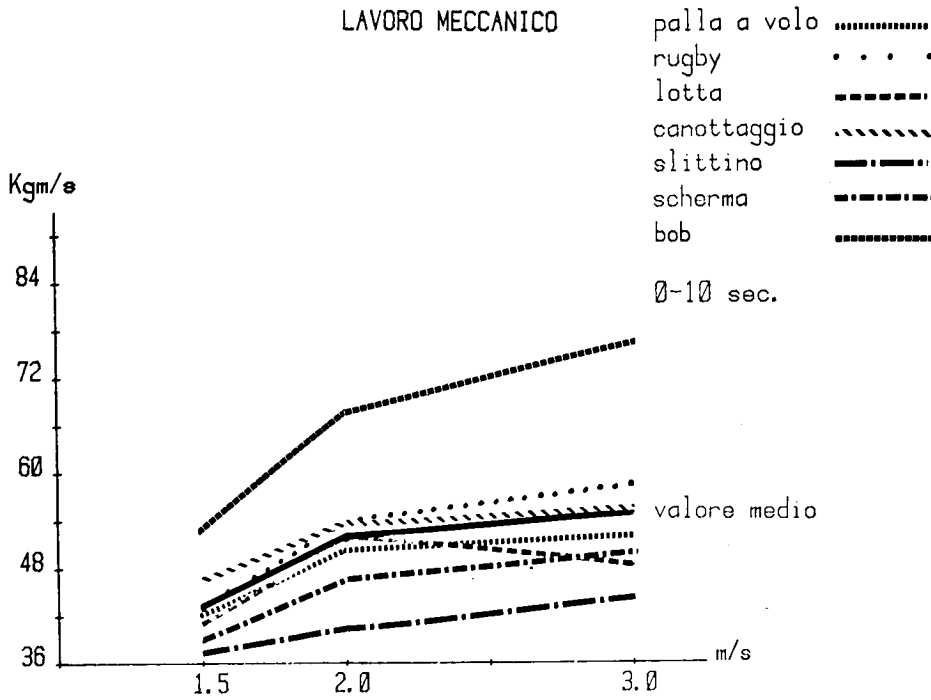
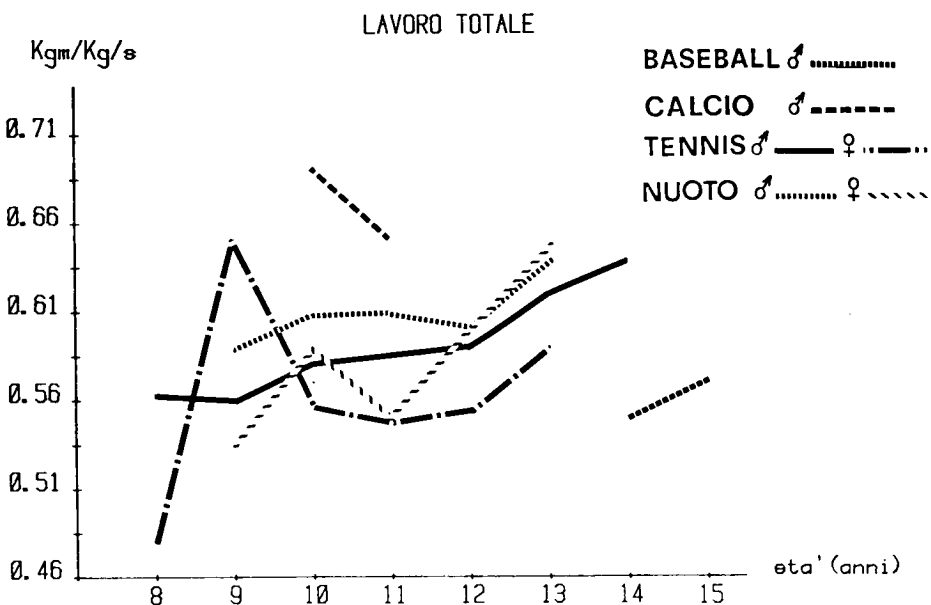
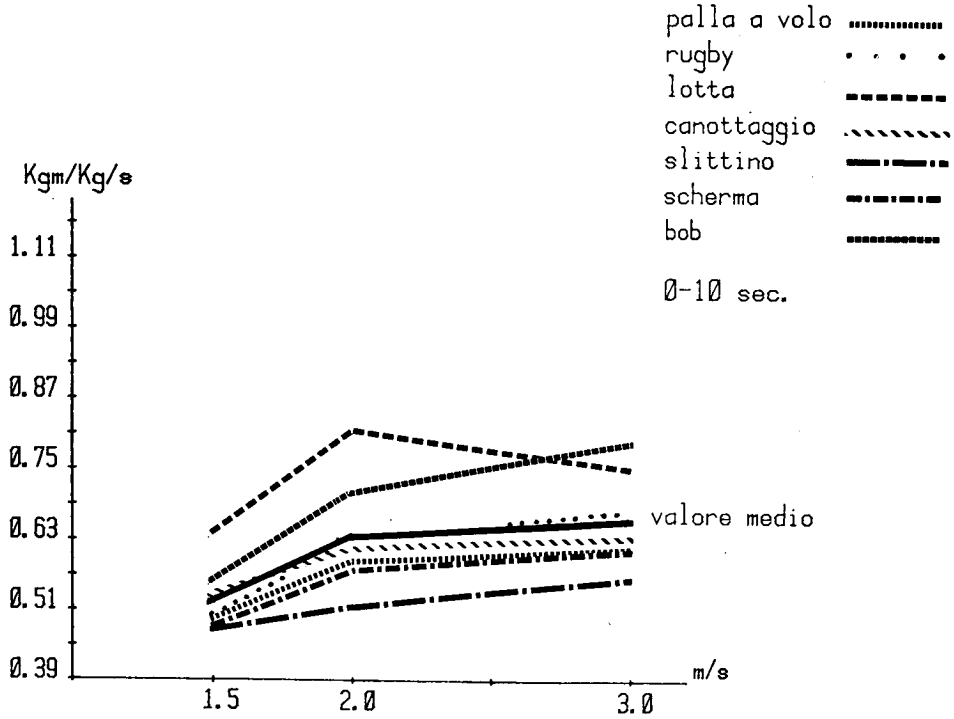


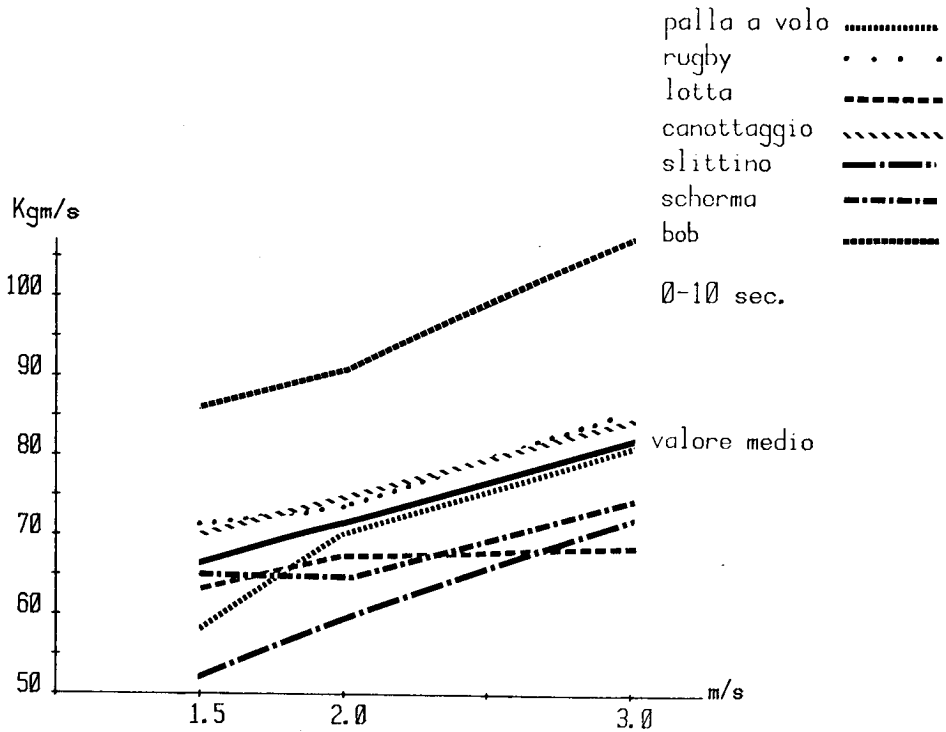
Fig. (da 7 a 10) - Andamento del lavoro meccanico e del lavoro totale (lavoro meccanico + equivalente convenzionale) in rapporto all'attività sportiva ed alla velocità di scorrimento del nastro.



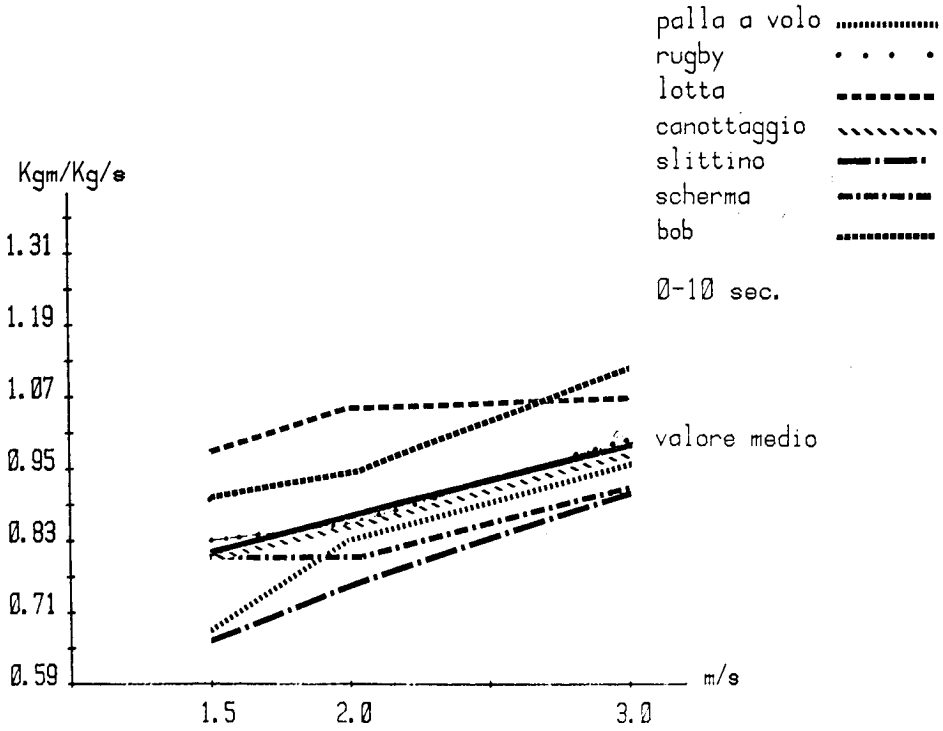
LAVORO MECCANICO



LAVORO TOTALE



LAVORO TOTALE



CONFRONTO TRA LE MEDIE

		TENNIS 13/14	TENNIS 12/13	TENNIS 11/12	TENNIS 10/11	TENNIS 9/10	TENNIS 8/9	NUOTO 9/10	NUOTO 10/11	NUOTO 11/12	NUOTO 13/14
CALCIO	1			*	.				*	*	
	2			*	.				*	*	
	3			*	.				*	*	
	4			*	.				*	*	
NUOTO CONFRONTO TRA MASCHI E FEMMINE	1							*	.	*	.
	2							*	.	*	.
	3							*	.	*	.
	4							*	.	*	.
TENNIS CONFRONTO TRA MASCHI E FEMMINE	1	.	.	*	.	*	*				
	2	*	*	*	*	*	*				
	3	.	.	.	.	*	*
	4	*	*	*	*	.	.				
NUOTO CONFR. TRA MASCHI	1	.	.	*	*	.	*				
	2	.	.	*	.	*	*				
	3	.	.	*	*	*	*				
	4	*	.	*	*	*	*				
NUOTO CONFR. TRA FEMMINE	1	.		.	*	*	.				
	2	*		.	*	*	*				
	3	.		.	*	*	.				
	4	*		.	*	*	.				
BASEBALL	1	*									
	2	*									
	3	*									
	4	*									

LAVORO MECCANICO KGM/SEC =1
LAVORO MECCANICO KGM/KG/SEC =2
LAVORO TOTALE KGM/SEC =3
LAVORO TOTALE KGM/KG/SEC =4

STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVO =.
STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVO =*

Tab. 19 - Confronto tra le medie dei lavori meccanico e totale tra soggetti praticanti la stessa attività sportiva, ma di sesso opposto e soggetti praticanti attività sportive differenti, ma di sesso uguale.

CONFRONTO FRA LE MEDIE

	BOB			RUGBY			SCHERMA			SLITTINO			CANOTT.			PALLAV.			LOTTA
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
LOTTA	1	*	*	*	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	.	.	.	.	.	.
	3	*	.	*	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	*	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PALLAV.	1	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CANOTT.	1	.	*	*	.	.	.	.	.	.	*	*	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	*	.	.	.	.	.	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
SLITTINO	1	*	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	*	*	*	*	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
SCHERMA	1	*	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	*	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
RUGBY	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

STAT. NON SIGNIFICATIVO =.
STAT. SIGNIFICATIVO =*

A=1,5 M/SEC.
B= 2 M/SEC.
C= 3 M/SEC.

LAVORO MECCANICO	KGM/SEC.	=1
LAVORO MECCANICO	KGM/KG/SEC.	=2
LAVORO TOTALE	KGM/SEC.	=3
LAVORO TOTALE	KGM/KG/SEC.	=4

Tab. 20 - Confronto tra le medie dei lavori meccanico e totale, a diverse velocità di scorrimento del nastro trasportatore, tra soggetti praticanti differenti attività sportive.

Soggetti in età evolutiva

Le medie sono state paragonate sia nell'ambito dello stesso sport, per soggetti di sesso diverso, che tra attività sportive differenti in soggetti dello stesso sesso.

Dall'analisi dei dati ottenuti è risultato che i soggetti di sesso maschile sono stati capaci di svolgere una quantità di lavoro più elevata rispetto alle proprie coetanee, sia in assoluto che in rapporto al peso corporeo.

Sola eccezione, le praticanti il tennis del gruppo di età compresa tra i 13-14 anni, le quali presentano una quantità di lavoro complessivo superiore a quella dei coetanei di sesso maschile; il lavoro rapportato al kg di peso corporeo risulta, invece, anche in questo caso, superiore nei maschi.

Questo dato è in accordo con quello dei vari AA. che si sono interessati della valutazione dei parametri esprimenti la capacità di lavoro muscolare nei soggetti in età evolutiva.

Nel sesso femminile, fino al periodo puberale, è infatti possibile raggiungere una maggiore espressione di potenza perché, come nel nostro campione, la statura ed il peso risultano più elevati che nel sesso maschile. Dopo lo sviluppo puberale i dati, soprattutto quelli riguardanti statura e sviluppo muscolare, si invertono e quindi questa prevalenza femminile viene a scomparire sostituita da una netta prevalenza dei soggetti di sesso maschile.

Prendendo in considerazione i dati ottenuti in soggetti praticanti sport diversi, si osserva come atleti dello stesso sesso ed età risultino capaci di svolgere una diversa quantità di lavoro complessivo sia in assoluto sia quando questo venga rapportato al peso corporeo.

Queste differenze non risultano però dello stesso ordine di grandezza e significatività: l'introduzione della variabile peso corporeo, infatti, sovente riduce la significatività delle differenze tra i dati comparati mostrando quanto il rapporto tra la potenza anaerobica lattacida massima e la struttura del soggetto testato siano determinanti.

Si portano come esempio i dati relativi ai soggetti praticanti l'attività del tennis e del baseball. In ambedue i gruppi la quantità di lavoro svolta in assoluto è risultata la stessa, ma i primi appaiono nettamente favoriti allorché nella valutazione dei dati viene preso in considerazione il rispettivo peso corporeo che, appunto, nei tennisti è inferiore a quello dei coetanei praticanti il baseball.

Atleti di élite

Dall'analisi dei dati ottenuti è risultato come soggetti praticanti diverse attività sportive si comportino in modo differenziato allorché vengano cimentati nel test in oggetto quando viene variata la velocità di esecuzione.

I risultati sono apparsi, infatti, strettamente legati alle necessità fisiologiche dell'atleta testato: i valori più elevati sono stati registrati nei soggetti praticanti un'attività sportiva nella quale l'abilità nel fornire

la massima potenza muscolare in un tempo molto breve risulta correlata con le prestazioni ottenute in gara (rugby, bob, lotta); mentre i valori più bassi si sono ottenuti nei praticanti il canottaggio in cui le fonti energetiche responsabili della MPAA non sono le più cimentate anche se gli atleti presentano, in questo caso, una notevole massa muscolare.

Particolarmente significative appaiono essere le differenze riscontrate tra gli atleti del bob e quelli dello slittino. Entrambi gli sport hanno luogo su di una pista in rapida pendenza e con il soggetto seduto o sdraiato su di un particolare veicolo, ma mentre nel bob l'atleta deve accelerare il suo mezzo meccanico il più possibile prima di prendervi posto, esercitando così un tipico sforzo anaerobico alattacido, nello slittino il veicolo viene accelerato dalla sola forza di gravità, senza alcun intervento muscolare dell'atleta stesso.

I risultati di questo test hanno confermato appieno i presupposti fisiologici; infatti la performance di cui sono stati capaci i praticanti il bob è risultata decisamente più elevata di quella di cui sono stati capaci gli atleti dello slittino.

Conclusioni

Il test è stato accettato da tutti gli atleti che vi si sono sottoposti nonostante la sensazione di totale esaurimento provata al termine dello stesso.

Circa il campione di soggetti in età evolutiva i risultati delle prove eseguite mostrano una notevole varietà di valori in assoluto ad ancor più per unità di peso corporeo. Ciò depone per una differenziazione nei vari gruppi esplorati tramite il rilievo della MPAA. Tuttavia è difficile definire se l'entità dei risultati sia stata in qualche modo condizionata dall'attività praticata, oppure se la maggiore presenza di tale quantità sia da considerare un fatto preesistente e predisponente alla pratica dell'attività stessa.

Dall'esame dei grafici ottenuti, ponendo in relazione i valori della MPAA con il peso corporeo individuale, è risultato esistere una generale tendenza ad un incremento con l'età di questo rapporto, con una pausa fra il 10° ed il 12° anno di età.

Nel secondo campione, quello degli atleti adulti di elevato livello sportivo, i risultati si accordano con le specifiche caratteristiche richieste dai differenti sport. Circa l'applicazione di questo test nella valutazione specifica di atleti, possiamo dire che i risultati ottenuti in soggetti non soliti cimentarsi in attività di caratteristiche similari, per quanto riguarda l'applicazione delle forze in gioco, a quelle della prova qui esemplificata, ci dimostrano come questa metodica sia più sensibile alle generiche capacità muscolari che agli effetti di un lungo e mirato allenamento. Quanto detto ci permette di utilizzare questo test per una selezione di base allorché sia richiesta come dote la potenza anaerobica alattacida.

BIBLIOGRAFIA

- AYALON A., INBAR O., BAR-OR O.: Relationship among measurements of explosive strength and anaerobic power. - Biomechanics IV, University Park Press, 572, 1974.
- CERRETELLI P.: Il costo energetico della marcia e della corsa. - Fisiologia del Lavoro e dello Sport, S.E.U., 125, 1973.
- DAL MONTE A.: Proposta di una classificazione ad orientamento biomeccanico delle attività sportive. - Med. Sport 22, 501, 1969.
- DAL MONTE A.: Physiological classification of sports activities and cardiovascular function. - International Conference on Sports Cardiology, Rome, 1978 (in press).
- DAL MONTE A., LEONARDI L.M.: A new technique to measure maximum anaerobic alactacid muscular power. - VI International Congress of Biomechanics, Copenhagen, 1977 (in press).
- MARGARIA R., AGHEMO P., ROVELLI E.: Measurement of muscular power (anaerobic) in man. - J. Appl. Physiol. 21, 1662, 1966.
- MURASE Y., HOSHIKAWA T., IKEGAMI Y., MATSUI H.: Analysis of the changes in progressive speed during 100 meters dash. - Biomechanics V, University Park Press, 200, 1976.