

**Zeitschrift:** Macolin : mensile della Scuola federale dello sport di Macolin e di Gioventù + Sport

**Herausgeber:** Scuola federale dello sport di Macolin

**Band:** 41 (1984)

**Heft:** 9

**Artikel:** Adattamento funzionale dei grandi apparati attraverso l'esercizio fisico

**Autor:** Calligaris, Alfredo

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1000154>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

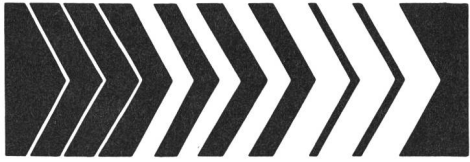
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Adattamento funzionale dei grandi apparati attraverso l'esercizio fisico

di Alfredo Calligaris

### Respiratorio - Cardiocircolatorio - Muscolare

Il rapporto fra le esigenze e le conoscenze sullo sport praticato dai giovani è cambiato solo recentemente, diciamo negli ultimi 10-15 anni o poco più. Si è passati cioè da una conoscenza approssimativa a una conoscenza derivata dallo studio, dalle indagini, dalle sperimentazioni.

Oggi, finalmente, il giovane occupa un posto preminente nel campo della ricerca scientifica, riferita alla sua pratica sportiva. Questo fatto ha costretto, logicamente, i settori di competenza a uno sforzo conoscitivo molto importante e all'organizzazione di un procedimento informativo capillare, con il fine di giungere alla definizione di un procedimento metodologico corretto e pertinente.

Quando l'amico Paolo Vittori (uno dei più grandi giocatori di basket italiani) mi ha chiesto di fare una relazione ad un corso per formatori, ho accettato volentieri per due motivi: primo perchè a chiedermelo era stato Paolo Vittori, secondo perchè da questi incontri nasce sempre uno scambio proficuo ed una vera e propria vivificazione degli interessi per l'attuazione dei procedimenti metodologici, pedagogici e tecnici dell'insegnamento dello sport nelle fasce propedeutiche o di avviamento tecnico-agonistico.

Adriano Buzzati Traverso, biologo e ricercatore, in un articolo pubblicato sul «Giorno» una decina di anni fa, che aveva per titolo *I giovani e lo sport*, aveva affermato che i giovani erano oggi tutti più belli di ieri e più numerosi.

Più belli perchè meglio nutriti, più numerosi in conseguenza della esplosione demografica di allora che poi si è esaurita (tanto che oggi la tendenza si è invertita).

Comunque fosse, Buzzati Traverso affermava, appunto, che i giovani erano più alti, più sani, più robusti di quelli di ieri e statisticamente aveva assolutamente ragione.

La variazione di questi fattori biologici avevano suggerito subito e consentito anche l'attuarsi di una applicazione più intensa alla pratica sportiva dei giova-

ni. Applicazione che si era tradotta però unicamente in una più precoce iniziazione, di tipo specialistico, con risultanze sia tecniche sia salutistiche non sempre soddisfacenti.

L'errore fondamentale consisteva principalmente nella scarsa conoscenza delle strutture corporee (organico-muscolari e psichiche) dei giovani i quali venivano sottoposti (e in parte ciò si verifica ancora) a carichi non idonei (vuoi troppo grandi, vuoi troppo piccoli) a soddisfare le reali potenzialità dei fanciulli e dei ragazzi. Da ciò la necessità che l'allenatore, il tecnico, il formatore, l'educatore, conoscessero al meglio del possibile le disponibilità effettive dei soggetti da trattare e di riflesso degli interventi che sono possibili.

Fortunatamente esiste oggi la possibilità di consultare un discreto numero di lavori che trattano l'argomento, per cui è abbastanza facile avere la possibilità di documentarsi, di studiare, di



conoscere la situazione con un sufficiente grado di attendibilità.

Come sappiamo, l'organismo umano si sviluppa progressivamente dalla nascita all'età matura secondo precisi criteri evolutivi, i quali possono essere inquadrati nelle seguenti tappe fondamentali:

1. *Prima infanzia* fino a due anni)
2. *Seconda infanzia* dai 2 ai 16 anni)
3. *Terza infanzia* (dai 16 anni alla pubertà)
4. *Pubertà* (11 anni - 15 anni)
5. *Adolescenza* (15 - 20 anni).

Questi periodi comportano ognuno il verificarsi di particolari fenomeni naturali, i quali in genere vengono esaltati dall'applicazione all'attività fisica e allo sport in genere.

Per orientarci circa l'evolvere della maturazione distrettuale dell'individuo osserviamo la *figura 1*; mostra come i diversi organi ed apparati raggiungano il massimo sviluppo in tempi diversi.

A partire da questo quadro generale orientativo possiamo passare alla disamina dello sviluppo dei diversi settori corporei, come da programma, cioè cardio-circolatorio, respiratorio e muscolare, offrendo le suggestioni necessarie a far comprendere come l'attività fisica e lo sport, usati correttamente, influiscano nel determinare maggiori e più appropriati adattamenti.

Per comodità pedagogica siamo costretti a suddividere sempre l'uomo in scomparti diversi con il fine di meglio focalizzare i problemi connessi con le strutture organiche e muscolari coinvolte, mentre con più logica l'individuo dovrebbe essere sempre valutato nella sua complessità psico-fisica.

### Apparato cardiocircolatorio

Analogamente a quanto si verifica nel muscolo scheletrico, anche nel muscolo cardiaco l'attività fisica determina significativi cambiamenti morfologici e biochimici.

Infatti, per effetto dell'allenamento, il cuore aumenta sia in volume, sia in peso, passando da 800 cc a 1000 cc circa e da 300 g a 500 g. Ma valutare questa ipertrofia in termini di maggiore o minore efficienza è alquanto difficile e aleatorio.

La *figura 2* indica valori volumetrici e di peso rilevati da taluni ricercatori in soggetti allenati e non allenati mentre la *figura 3* illustra i possibili effetti dell'attività fisica sul muscolo cardiaco, evidenziandone la modesta ipertrofia, comunque regressiva, e come nel soggetto D, risulti evidente un'ipertrofia patologica, cioè non legata all'effetto dell'attività fisica.

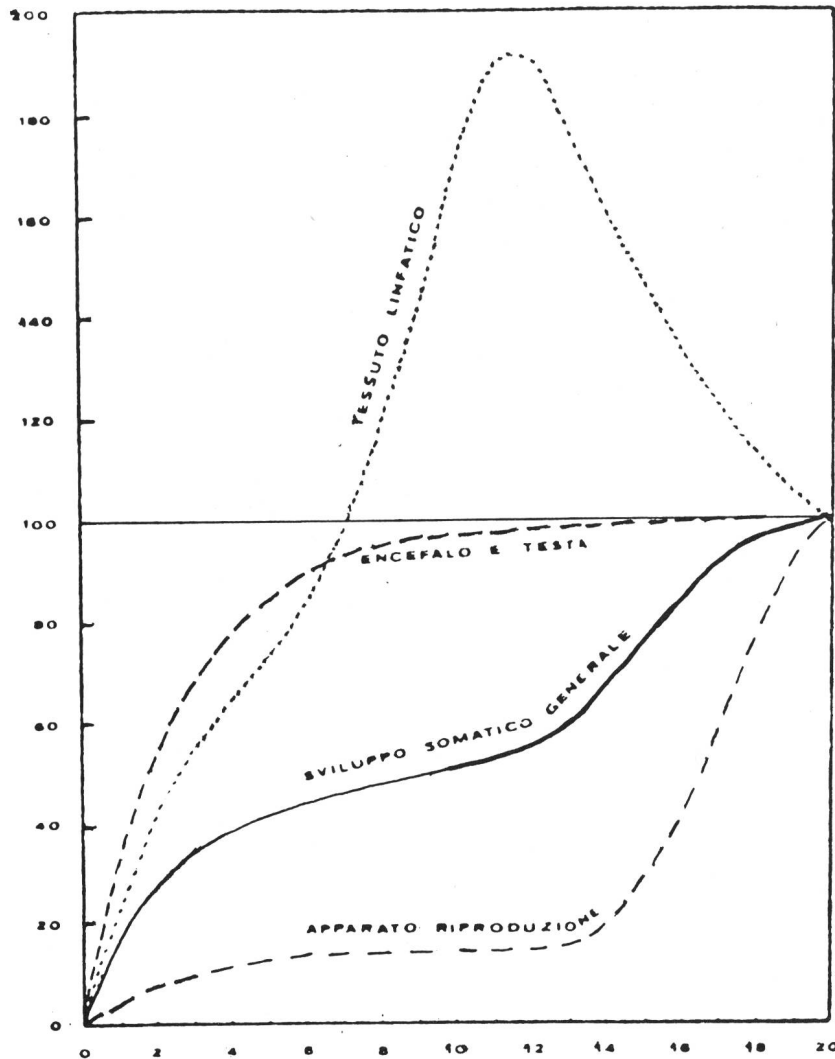


Figura 1  
Curva di crescita di diversi tessuti e apparati. (Da Scammon R.E.)

Volumi cardiaci di ragazzi e giovanetti da 11 a 15 anni, allenati e non allenati (ricerche di Schleusing e Rieger)

Età in anni	Non allenati		Allenati	
	m.	f.	m.	f.
11	376	349	417	392
12	440	366	461	448
13	483	452	508	496
14-15	549	501	584	539

Ricerche all'Istituto di Medicina dello Sport alla DHfK

Età in anni	Non allenati		Allenati		
	m.	f.	m.	f.	
14-15	555,1	469,9	660,6	443,7	Scattisti
			620,2	498,8	Mezzofondisti
			650,9		Calciatori

Figura 2

Come avviene normalmente nell'individuo maturo, anche nel giovane l'incremento dei carichi applicativi comporta un aumento della frequenza cardiaca.

Per esempio, una ragazza di 10 anni per assumere 6000 cc di ossigeno abbisogna di un numero doppio di pulsazioni rispetto ad un ragazzo di 17 anni.

Ma se questa valutazione viene rapportata al peso corporeo, allora possiamo affermare che il giovane sviluppa un rendimento medio pressoché pari a quello dell'adulto.

L'applicazione dell'attività fisico-sportiva è quindi sicuramente positiva per il giovanissimo in quanto, attraverso gli adattamenti indotti dall'allenamen-

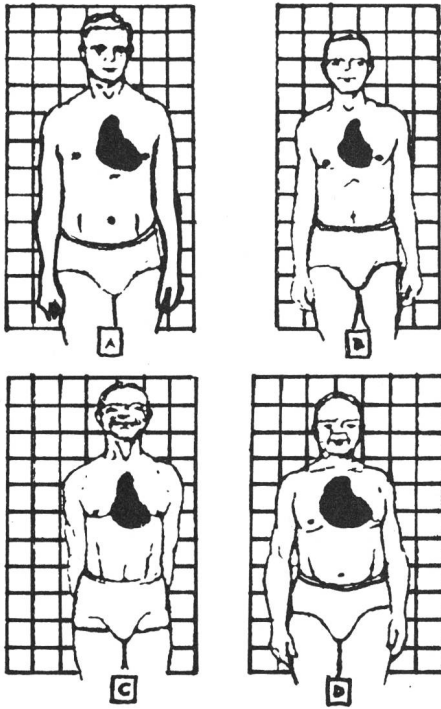


Figura 3

Quattro uomini con esperienza atletica: i primi tre, a differenza del quarto, ancora in attività. I primi tre vuori sono normali, il quarto è ingrandito e patologico. Dopo l'esercizio i primi tre cuori diventano più piccoli, il quarto più grande.

	Età	Peso (kg)	Altezza (m)	Volume del cuore		Rapporto tra superficie del cuore e superficie corporea (°)
				prima	dopo	
A	18	100	1,90	942	874	0,950
B	21	66	1,84	867	636	0,708
C	65	58	1,70	730	684	0,715
D	58	74	1,67	1520	1675	0,990

° Valore normale: 0,450-0,550. (Per gentile concessione del dott. A. S. Hymau, New York).

to, diminuisce non solo la frequenza cardiaca a riposo, ma risulta minore anche l'incremento sotto sforzo. Riferendoci alla frequenza sappiamo come la posizione stessa assunta dal soggetto (disteso, seduto, in piedi) comporti variazioni pulsatorie significative (figura 4).

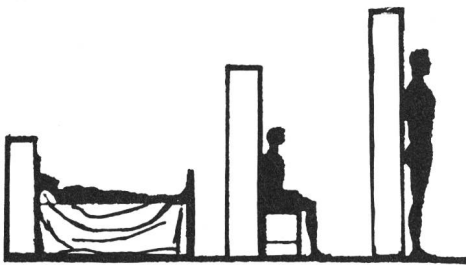


Figura 4  
Frequenza del polso e posizione del corpo

A questo proposito sono interessanti le risultanze che Jokl ha indicato in un confronto tra risultati nella corsa e nel nuoto. In questa ricerca egli evidenzia i vantaggi della posizione in cui si nuota e gli incrementi volumetrici e di gittata del cuore per effetto soprattutto della posizione e della ridotta gravità.

Secondo Hollmann il maggiore aumento di volume del cuore avviene nei ragazzi intorno ai 14 anni e nelle ragazze verso gli 11 anni. Di solito si verifica anche una precisa correlazione fra la taglia corporea e le dimensioni del cuore. Astrand definisce comunque il fanciullo come immaturo quale macchina da lavoro e questo concetto di immaturità organica è già stato da più parti ribadito.

Rimanendo in contesto essenzialmente pratico, diciamo invece che le modificazioni indotte sul cuore dallo sforzo fisico sono diverse a secondo che si tratti di:

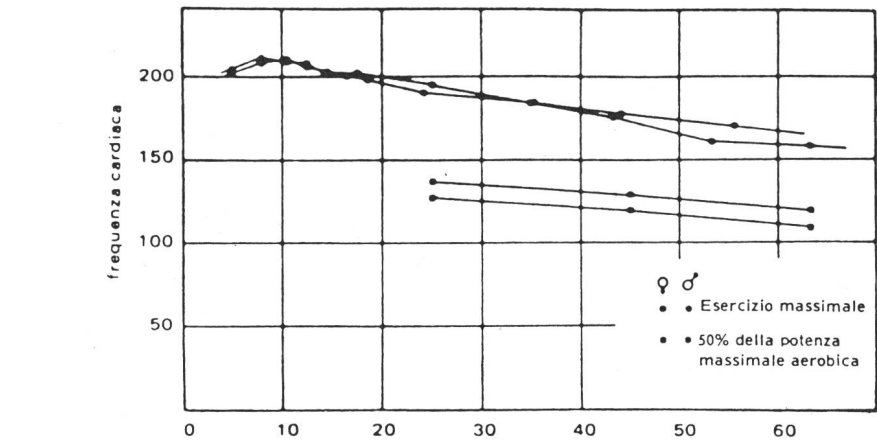
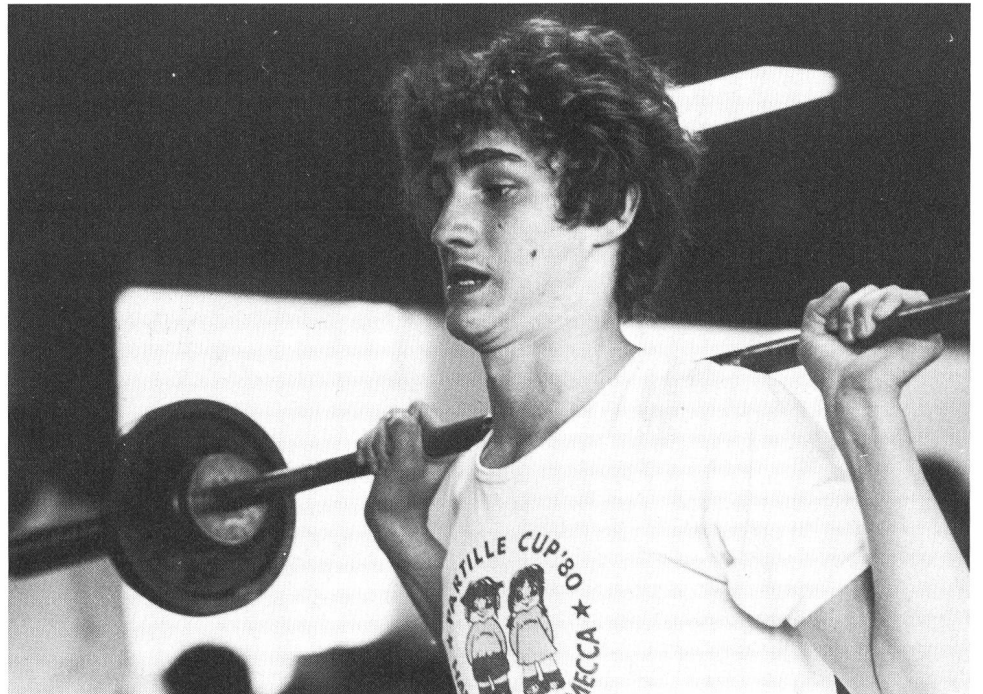


Figura 5

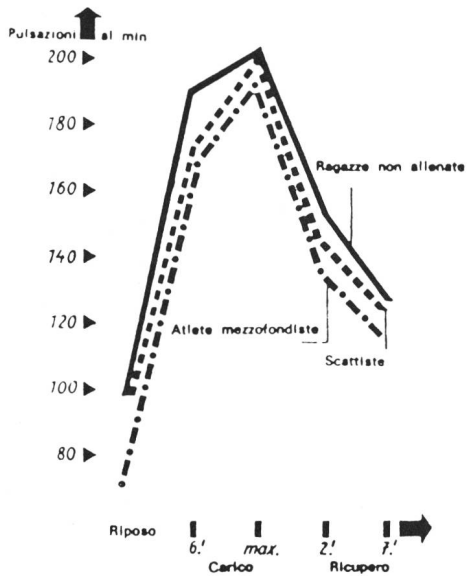
Evoluzione della massima frequenza cardiaca e della f.c. al 50% della potenza max nelle varie età (da Astrand)



1. un esercizio muscolare *prevalentemente isotonic* o di
2. un esercizio muscolare *prevalentemente isometrico*.

Nel primo caso la frequenza aumenta con il carico in maniera proporzionale; e anche la pressione arteriosa sistolica (P.A.S.) aumenta in relazione all'entità

del carico. Nel secondo caso invece, cioè nell'esercizio isometrico, l'incremento determina risposte diverse nei giovani rispetto agli adulti; infatti nei giovani l'incremento pulsatorio è molto maggiore, da cui la contrindicazione per l'attività isometrica nei giovanissimi.



Frequenza cardiaca media, a riposo e sotto sforzo, in ragazze di 12-14 anni non allenate ed allenate, con un carico dosato all'ergometro a pedali

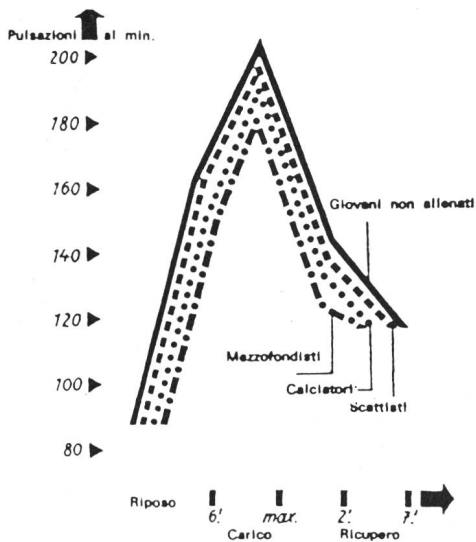


Figura 6  
Frequenza cardiaca media, a riposo e sotto sforzo, in giovanetti di 12-14 anni, con un carico dosato all'ergometro a pedali

La *figura 5* ci illustra l'andamento della frequenza nelle diverse età (*Astrand*) mentre la *figura 6* indica i valori della frequenza media a riposo e sotto sforzo in maschi e femmine allenati e non allenati in una prova al cicloergometro (*Harre*).

Poiché abbiamo citato anche il variare della P.A.S., vi presentiamo la *figura 7* che riporta i valori rilevati da Mellerowicz su soggetti allenati e non allenati. Il grafico a sinistra indica l'andamento della pressione brachiale mentre quello a destra indica la pressione differenziale MAX-MIN. A questo punto potrebbero essere illustrati fenomeni cardiaci particolari, riferiti però a situazioni patologiche e pseudo tali che si rilevano nei giovanissimi; ma queste considerazioni oltretutto esulano dall'argomento, fortunatamente sono infrequenti nell'ambito in cui operiamo, cioè i soggetti sani.

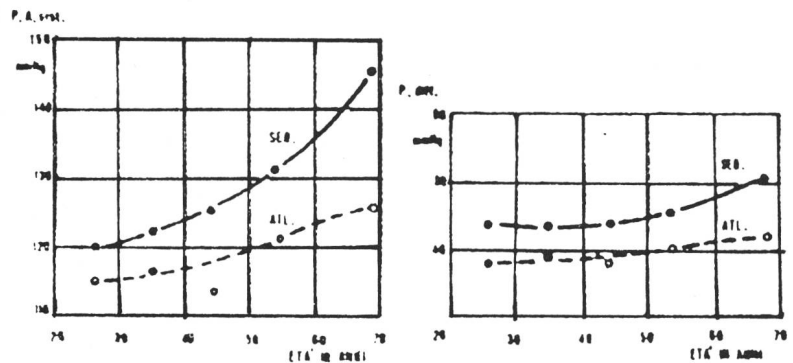
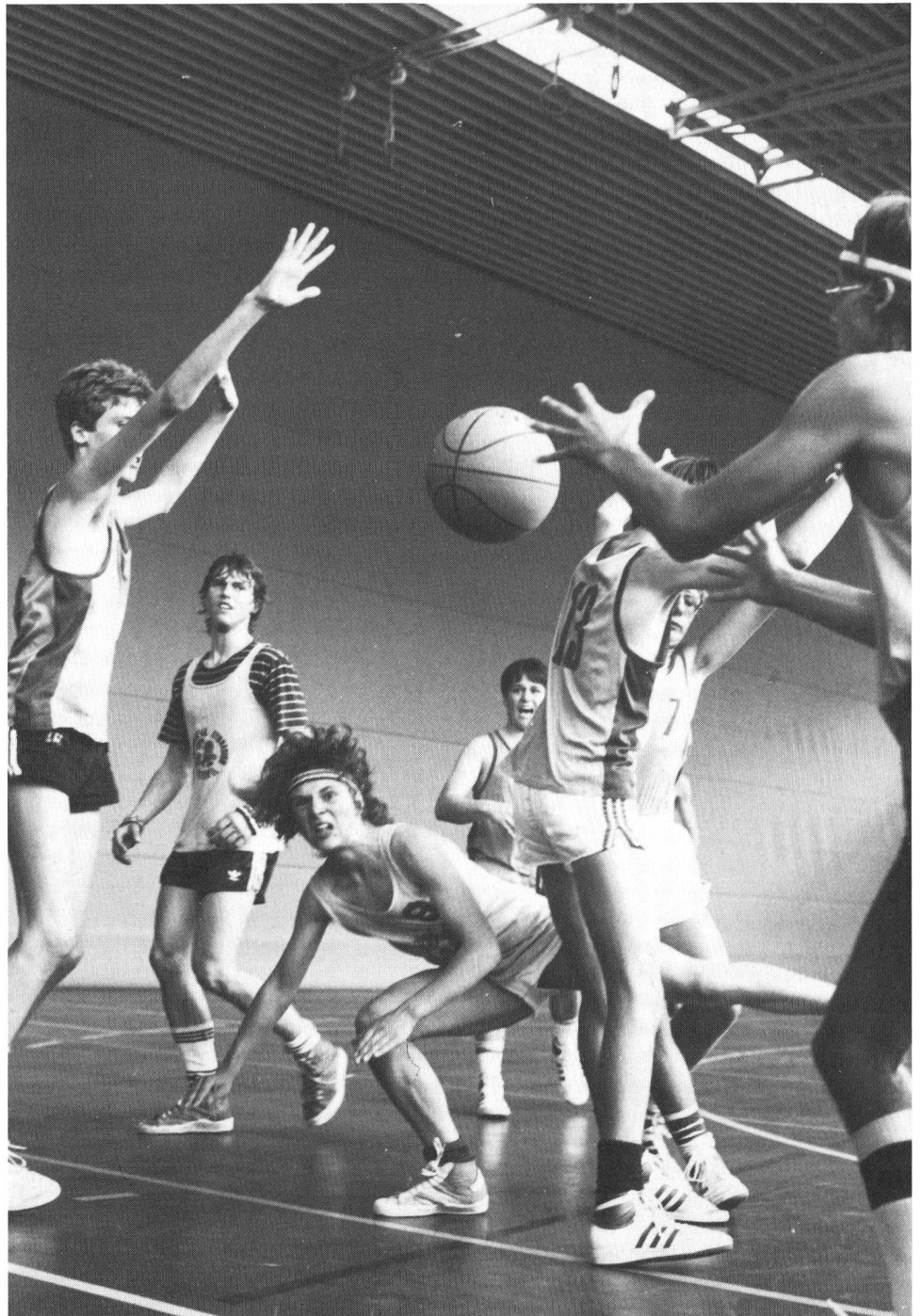


Figura 7  
Andamento della pressione arteriosa (brachiale) e della pressione differenziale nello sportivo allenato (ATL.) e nel secondario (SED.) in funzione dell'età (ridisegnata da Mellerowicz, v. (22))

Concludendo, possiamo affermare che a seguito di un'applicazione addestrativa, correttamente programmata, le modificazioni che si realizzano a li-

vello cardiaco e cardiocircolatorio sono in genere positive e pressoché simili a quelle che si verificano nei soggetti adulti.

## Apparato respiratorio

Relativamente all'apparato respiratorio ci sia consentito trascurare l'illustrazione delle nozioni di anatomo-fisiologia respiratoria sicuramente note, e che possono essere condensate nell'affermazione che i tessuti per vivere hanno bisogno di ossigeno e che per soddisfare questa esigenza esistono, appunto organi specializzati, i quali assumono ossigeno dall'aria che respiriamo e cedono anidride carbonica.

Gli scambi venosi avvengono a livello degli organi respiratori (respirazione esterna) e del sangue (respirazione interna) con una dinamica energetico-metabolica che è sempre condizionata dalle esigenze prestantive o dai carichi. Le modificazioni e gli adattamenti più significativi che derivano dall'attività fisica sono:

1. *Capacità vitale e valori spirometrici*  
I volumi polmonari statici e dinamici aumentano progressivamente durante l'accrescimento e tendono a raggiungere un valore relativamente maggiore proprio nell'età puberale. Questi valori si incrementano nei maschi da 3000 a quasi 5000 cc a differenza se si è allenati o meno.
2. *Il VEMS* che passa da 2500 cc a quasi 4000 cc nei soggetti allenati, mentre rimane su valori compresi tra 2000 e 2700 cc nei soggetti sedentari.
3. *La MVV* (massima ventilazione volontaria) viene raggiunta (intorno ai 14-18 anni, ma i valori ventilatori rapportati al peso corporeo indicano che la massima ventilazione da sforzo rimane costante nel periodo dai 9/10 anni fino ai 14/18 anni.

Con un'intensità di lavoro crescente aumenta, ovviamente, anche il fabbisogno di ossigeno; nelle persone non allenate la copertura di questo aumentato fabbisogno viene soddisfatto attraverso un aumento della F.C.; in quelle allenate, invece, la soluzione avviene con un aumento della gittata cardiaca.

I bambini e gli adolescenti hanno dimostrato di possedere, in genere, la stessa capacità di adattamento degli adulti; inoltre i bambini hanno evidenziato la capacità di rispondere alle aumentate necessità di rifornimento con un incremento della gittata.

I differenti carichi applicativi, ovviamente, richiedono interventi metabolici assolutamente diversificati, cioè anaerobici (alattacidi, lattacidi) e aerobici, con risposte adattive legate alle diverse età dei soggetti.

Il parametro che condiziona di più la capacità aerobica è il  $MAX VO_2$ , il quale è indicativo soprattutto nelle prove di

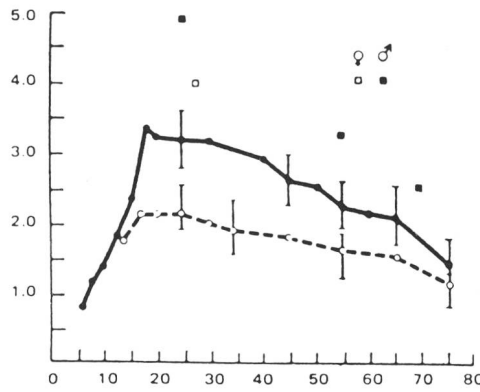


Figura 8  
Andamento del max  $VO_2$  nelle varie età. (da Astrand)

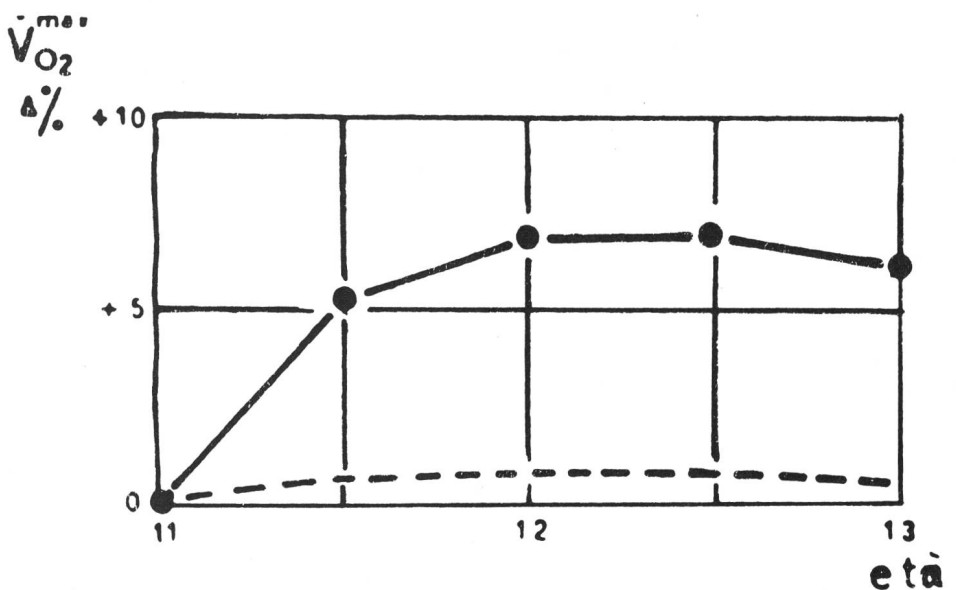


Figura 9  
Incremento percentuale del massimo consumo di ossigeno di ragazzi fra gli 11 e i 13 anni sottoposti ad allenamento. La linea continua indica la variazione del massimo consumo di ossigeno espresso per kg di peso corporeo; la linea tratteggiata indica l'aumento del massimo consumo di ossigeno per kg in un omologo gruppo di ragazzi non allenati. (da Cerretelli e Coll, 1968)

durata. La figura 8 illustra l'andamento del  $MAX VO_2$  nelle diverse età. Come si vede il  $MAX VO_2$  per kg di peso viene raggiunto dai maschi intorno 15° anno di età e dalle femmine intorno al 12°.

La figura 9 illustra invece l'incremento percentuale del  $MAX VO_2$  ragazzi di 11-13 anni sottoposti all'allenamento (linea continua) confrontati con un gruppo di sedentari (linea tratteggiata).

La massima potenza aerobica lattacida viene raggiunta intorno ai 15-16 anni, mentre quella lattacida si stabilizza sui valori massimi intorno ai 20 anni. Ciò conferma la maggiore disponibilità dei giovanissimi per lo sforzo prolungato, non intenso ovviamente; anche se questa pratica non è poi così diffusa come potrebbe apparire dalle indicazioni desunte dalla fisiologia.

Una cosa importante dal punto di vista pratico, in riferimento alla respirazione, è la regolarizzazione del ritmo re-

spiratorio, durante lo sforzo, la quale consente il probabile ottenimento di migliori risultati prestantivi. E ancora, riteniamo positivo il recupero recente degli esercizi respiratori, cioè lo studio della meccanica respiratoria; non tanto in quanto esercizio fine a se stesso, ma come attività in un preciso contesto formativo, utile per l'acquisizione di automatismi comportamentali vantaggiosi, in sede di realizzazione prestantiva.

Recenti esperimenti con ragazzi che si cimentavano in una prova sugli 800 metri, hanno confermato che un corretto ritmo respiratorio, inteso anche come ritmo distributivo (espirazione in particolare) dello sforzo, può essere produttivo di miglioramenti tecnici consistenti.

Non crediamo di dover aggiungere altro e speriamo di aver soddisfatto tale curiosità e di averne sollecitate altre che vi stimoleranno allo studio e alla ricerca conoscitiva.

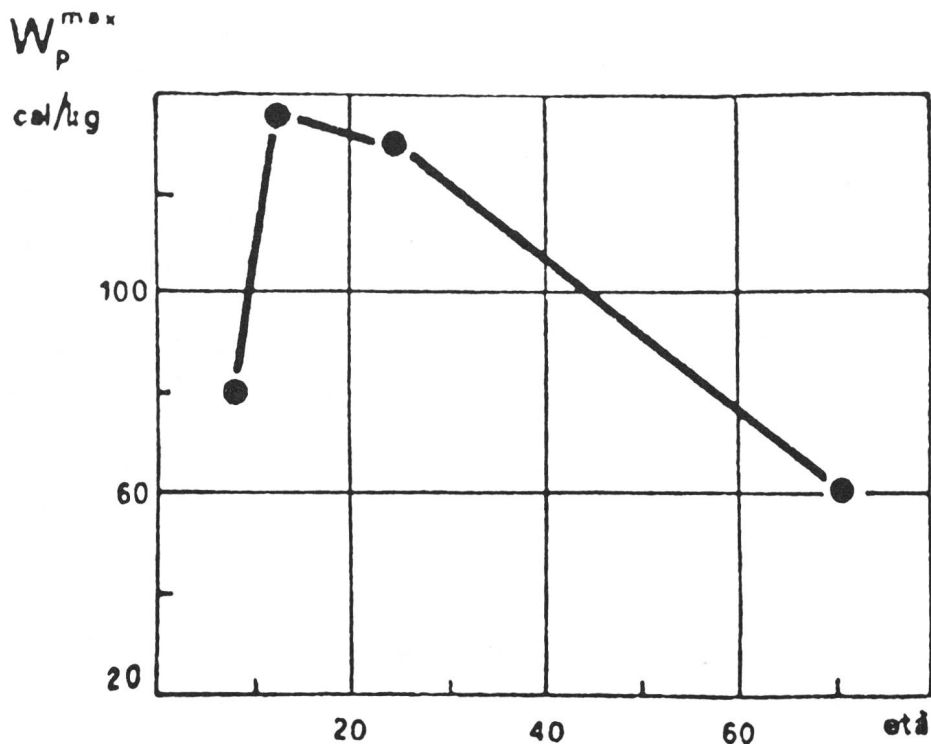


Figura 10  
Valori della massima potenza anaerobica lattacida (WP max) in funzione dell'età in maschi. (da Cerretelli e Coll, 1968)

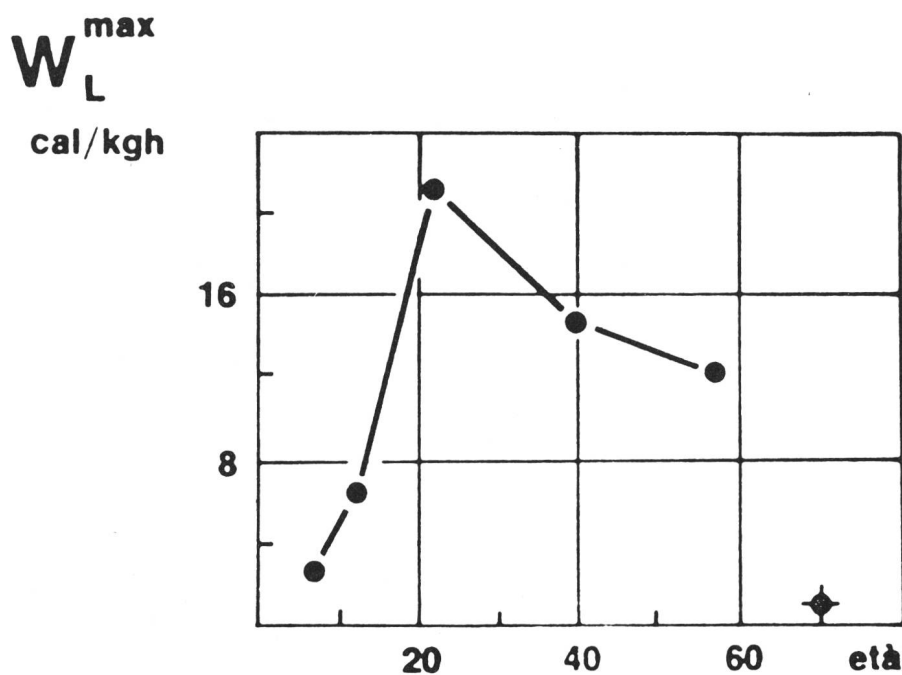


Figura 11  
Valori della massima potenza anaerobica lattacida (WL max in kcal/kg.h) in funzione dell'età in maschi. (da Cerretelli e Coll, 1968)

### Apparato muscolare locomotore

Per quanto attiene l'apparato locomotore (cioè i muscoli, ossa, tendini), sappiamo come anch'essi si sviluppano secondo precisi criteri evolutivi e come l'indice di questa progressiva evoluzione siano la statura, il peso e la forza. Esperienze, ricerche e misurazioni hanno dimostrato che il lavoro meccanico cui viene sottoposto un osso, per esempio, ne influenza sia la costituzione, sia la sua forma. Le trazioni e le posizioni esercitate dal-

la muscolatura possono quindi modificare la struttura, sia in senso positivo sia in senso negativo.

La costituzione scheletrica quindi, per la sua particolare malleabilità in età giovanile, può essere modificata con il movimento: sollecitando l'acquisizione di corrette posture, ma anche provocando malformazioni anche irreversibili.

L'attività motoria-fisica dovrà perciò essere graduata in rapporto all'età e allo stadio di sviluppo dell'individuo. In riferimento all'apparato muscolare,

che è quello che ci interessa di più, sappiamo che la forza si sviluppa con una certa costanza durante le diverse fasi dell'accrescimento e che questa progressione è legata principalmente alla produzione di ormoni sessuali ad alto potere anabolizzante.

In riferimento allo scheletro e alle strutture osteo-articolari in genere, è obbligo ricordare con quanta cautela bisogna intervenire, evitando che sovraccarichi eccessivi incidano negativamente sulla formazione di dette strutture.

Di fatto, l'incremento più evidente avviene proprio intorno agli 11-12 anni con una netta differenziazione da questa età in avanti tra maschi e femmine. Il picco massimo viene poi raggiunto all'incirca verso i 15-16 anni nelle donne e verso i 20-25 anni nei maschi. La figura 12 indica l'indice di sviluppo di forza statica in soggetti praticanti diversi sport.

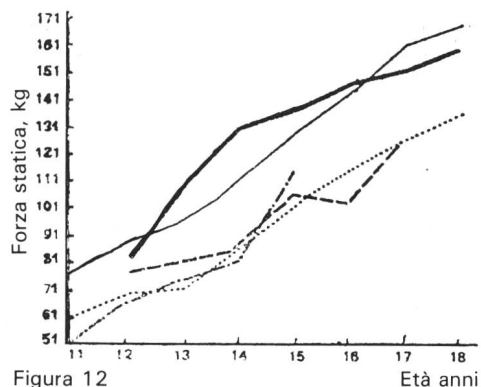
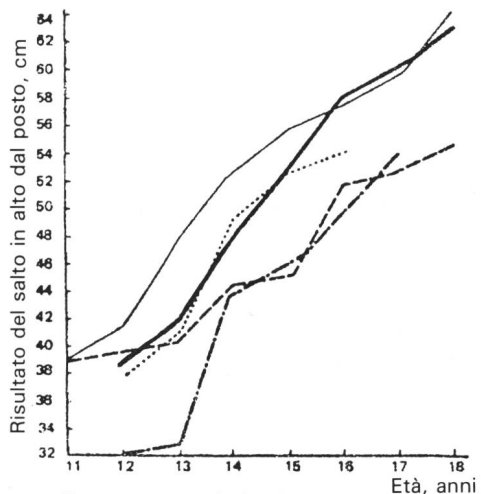


Figura 12

linea grossa: atletica leggera  
linea sottile: nuotatori  
linea tratteggiata: cestisti  
linea punteggiata: calciatori  
punto-linea: ginnasti

La figura 13 indica i criteri di sviluppo della forza veloce.



linea grossa: atletica leggera  
linea sottile: ginnastica  
linea tratteggiata: nuoto  
linea punteggiata: calciatori  
punto-linea: cestisti

Figura 13  
Livello di sviluppo della qualità di forza veloce nei praticanti varie discipline

La velocità di reazione e la velocità di spostamento vengono fortemente influenzate, oltre che dallo sviluppo muscolare, anche dalle caratteristiche di maturazione nervosa del soggetto.

Il S.N.C. raggiunge la sua stabilità evolutiva circa all'inizio della pubertà 11-15 anni, per cui la velocità evolverà di pari passo con questa qualificazione nervosa, anche se il valore concreto sarà a sua volta condizionato dal progressivo sviluppo della forza muscolare.

Ricordiamo che il giovane può essere paragonato ad una macchina che dispone di un buon livello di potenza, ma che telaio e carrozzeria sono piuttosto leggeri. Infatti gli aspetti meccanici del movimento sono dati dal rapporto che esiste tra il sistema muscolare e quello osteo-articolare.

Le attività fisiche impegnano queste strutture in modo qualitativo e quantitativo molto diverso, a seconda delle finalità perseguite e incidendo, quindi, in modo diverso sulle strutture.

La figura 14 può offrirci indicazioni orientative. Risulta evidente, perciò, come diverse applicazioni tecniche determinino differenti risultati morfofunzionali che sono in diretto rapporto con i carichi utilizzati.

Analizzando il lavoro sviluppato dai muscoli possiamo affermare che le forze incidenti nel determinismo delle variazioni sono sia quelle muscolari intrinseche, e quindi legate alla contrazione muscolare medesima, sia quelle esterne, come la resistenza, la gravità, ecc., le cui manifestazioni seguono ovviamente precise leggi fisiche e biomeccaniche statiche o dinamiche che si esprimono nei diversi atteggiamenti gestuali specifici potenti, resistenti, di precisione o di rapidità.

Non abbiamo parlato dei diversi tipi di contrazione possibile: isotonica, isometrica, isocentrica e pliometrica, né dei biochimismi insiti nella contrazione muscolare, che fanno tema a parte.

Il nostro scopo era soltanto quello di far rilevare la necessità di tener conto della dipendenza dell'età, per quel che si riferisce allo sviluppo della forza e della necessità, quindi, di agire con gradualità e con interventi assolutamente corretti.

L'ultima illustrazione mostra come la prima sintesi della progressività di sviluppo di cui abbiamo trattato e conferma come talune abilitazioni tecnico-gestuali si concretizzino solo dopo che si sono verificate tutte quelle maturazioni biologiche caratteristiche dell'uomo e particolari dell'uomo sportivo, che dobbiamo assolutamente rispettare.

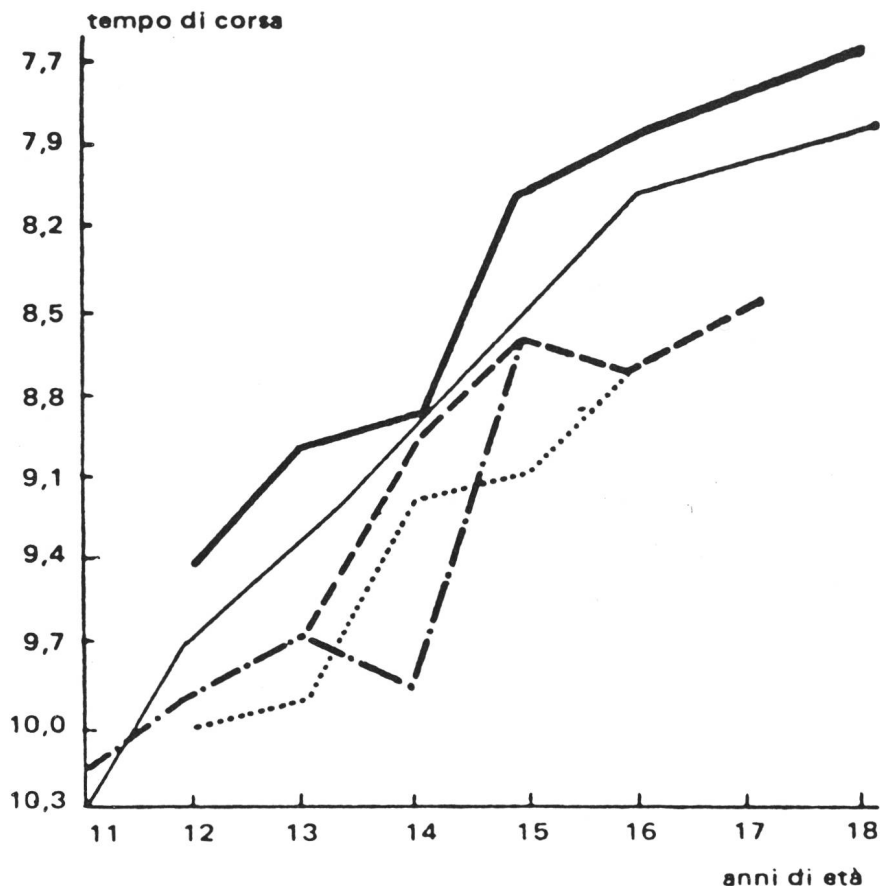


Figura 14 Andamento della velocità sui m 60 in diversi specialisti di giovane età:

- atletica leggera
- calcio
- - - basket
- · - · - ginnastica
- · · · · nuoto

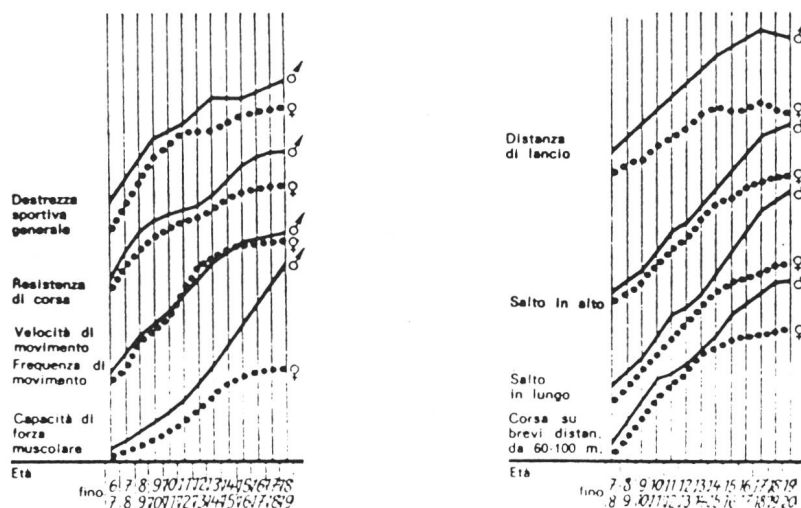


Figura 15 Parametro - Illustrazione dello sviluppo di alcune qualità fisiche in relazione all'età cronologica (sec. Smedley, Farfel, Jokl e Winter)

Parametro - Illustrazione dello sviluppo di alcune prestazioni sportive fondamentali in relazione all'età cronologica (secondo Peters, Stemmler e Janeff)

Trattare con gli uomini, specie in età evolutiva, è molto difficile e richiede un'attenzione particolare e un bagaglio culturale molto vasto, per cui l'esortazione a non essere mai certi e soddi-

sfatti di quanto si conosce e ricercare invece un continuo aggiornamento per essere il più possibile competenti nella realizzazione del compito educativo-formativo. □