

IL PROGETTO

PREMESSA

Nel Piano dell'Offerta Formativa del liceo classico J. Stellini di Udine la salute riveste un ruolo importante all'interno di ogni disciplina.

Uno degli obiettivi formativi è costituito dal raggiungimento, da parte degli studenti, delle competenze necessarie per assumere abitudini e comportamenti utili a salvaguardare la propria salute ed il proprio benessere psicofisico. E' essenziale, pertanto, conoscere i meccanismi che presiedono al funzionamento del nostro corpo nella prospettiva di collegare l'equilibrio biologico agli aspetti della personalità umana. Sapere come siamo fatti, come reagiamo agli stimoli, quale incidenza hanno le nostre abitudini di vita sull'efficienza psicofisica, costituisce il punto di partenza di una responsabile salvaguardia della salute.

Lo stile di vita dei paesi industrializzati ha portato l'individuo ad avere scarse sollecitazioni motorie con il conseguente aumento di patologie. L'obesità viene considerata da alcuni ricercatori la malattia del secolo ed è opinione condivisa che stia per diventare uno dei primi cinque problemi di salute pubblica. L'obesità rappresenta un fattore di rischio per alcune forme di diabete, per l'ipertensione, per le malattie cardiovascolari, endocrine, metaboliche, per alcuni tumori e per complicanze dell'apparato muscolo-scheletrico.

Le stime derivanti dall'indagine Multiscopo sulle " Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari", riferite al periodo settembre-dicembre 1999 mostrano che, sebbene la maggioranza degli italiani (pari al 53,8% delle persone di 18 anni e più) è in una condizione di normopeso, un adulto su tre (33,4%) risulta in sovrappeso, il 9,1% è obeso e il restante 3,6 è in condizioni di sottopeso.

Il fumo rappresenta un altro dei principali fattori di rischio per molte patologie cardiovascolari, dell'apparato respiratorio e tumorali. Tra i 50 milioni di italiani adulti vi sono 12 milioni di fumatori (32,2% degli uomini e 18,2% delle donne). Oltre il 22% dei giovani tra 14 e 24 anni ha l'abitudine di fumare. Fra i giovani di 15-24 anni i fumatori correnti sono il 32,6% dei maschi ed il 20,7% delle femmine. Tali valori aumentano rispettivamente a 40,5% e 33,5% nella fascia d'età che va dai 25 ai 44 anni.

Questa analisi ha indotto tutte le agenzie educative ad impegnarsi nella ricerca di strategie finalizzate alla prevenzione. Il nostro Istituto, nella convinzione che i tradizionali messaggi di prevenzione siano meno efficaci dell'esperienza pratica, ha proposto agli studenti delle classi terze un percorso di ricerca per verificare l'incidenza delle abitudini di vita sull'efficienza fisica.

Tenuto conto anche dei bisogni e delle proposte degli allievi è stato impostato un modulo di ricerca didattico interdisciplinare.

I punti essenziali del modulo didattico si possono riassumere:

- riconoscimento e analisi del problema da più punti di vista
- coinvolgimento di diversi “saperi”
- studente come protagonista dell’itinerario di scoperta-conoscenza delle proprie capacità
- lavoro di ricerca su attività pratica
- lettura dei dati e loro interpretazione
- confronto dei dati tra soggetti di diverso sesso, tra sedentari e sportivi, tra fumatori e non
- discussione dei risultati
- conclusioni
- identificazione del ruolo dell’attività motoria come momento fondamentale per una salute “dinamica”.

MODULO INTERDISCIPLINARE

E’ stato realizzato, attraverso una organizzazione per fasi, un modulo interdisciplinare di educazione alla salute che, oltre alle esigenze formative ed educative standardizzate, potesse aderire alle comprensibili esigenze motivazionali dell’apprendimento degli studenti; ciò tramite una proposta centrata sull’acquisizione di competenze ottenibili attraverso un percorso nuovo e motivante per il contenuto che si è voluto affrontare: sperimentare “sul campo” conoscenze acquisite in diverse discipline.

Lo scopo di questo studio è di verificare se le abitudini di vita di una persona incidono sull’efficienza motoria e di definire il ruolo della frequenza cardiaca per la valutazione delle proprie capacità, l’ottimizzazione dei carichi di lavoro e la personalizzazione dell’allenamento. È stato pertanto creato un protocollo di esercizio finalizzato alla valutazione del massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_{2\max}$), all’analisi della cinetica della frequenza cardiaca ed alla valutazione dei parametri antropometrici, in particolare la percentuale di massa grassa.

PREREQUISITI

Motori:

- Correre per un tempo stabilito

Socio-affettivi:

- Condividere gli obiettivi
- Essere disponibile a lavorare in gruppo
- Essere disponibile ad approfondire gli argomenti trattati
- Essere disponibile ad una autovalutazione

Cognitivi:

- Comprendere e analizzare un testo scientifico
- Individuare il nesso causa effetto
- Raccogliere e organizzare informazioni
- Eseguire operazioni secondo la sequenza corretta
- Saper eseguire le attività essenziali di uso ricorrente col personal computer

DISCIPLINE COINVOLTE

Educazione fisica come disciplina polo; scienze, fisica e matematica come discipline connesse.

Matematica è stata di supporto tecnologico attraverso statistica e informatica.

Italiano per l'uso adeguato del linguaggio scientifico.

I docenti hanno collegialmente concordato i contenuti, i tempi, i metodi ed individuato i criteri e gli indicatori per l'osservazione, la verifica e la valutazione.

DESTINATARI DEL MODULO

Gli allievi delle classi terze del Liceo Classico "J. Stellini" di Udine sono stati i protagonisti degli esperimenti. Una sola classe ha svolto il lavoro di ricerca: quella che al momento del "contratto formativo" si era dimostrata più interessata e propositiva verso gli argomenti da approfondire e da trattare.

TEMPI

48 ore, da novembre ad aprile

ATTIVITÀ

Discussioni guidate, lavoro individuale e per piccoli gruppi, esercitazioni pratiche individuali e di gruppo, ricerca bibliografica e consultazione di testi, indagine tra la popolazione scolastica, laboratorio.

METODI

Insegnamento/apprendimento cooperativo, metodo sperimentale e dell'autoapprendimento.

STRUMENTI

Cronometro, cardiofrequenzimetro, plicometro, riviste specializzate, testi scientifici, lucidi, lavagna luminosa, personal computer, programmi applicativi, stampante, video-proiettore multimediale.

SPAZI

Aula della classe, palestra, spazi aperti adiacenti alla scuola, laboratori, aula magna.

PROGRAMMAZIONE DELLE FASI

1. Presentazione del lavoro - Organizzazione tecnica.
2. Fase delle conoscenze e/o dei saperi
3. Fase dell'indagine – ricerca
4. Fase dell'elaborazione dei dati
5. Fase dell'elaborazione di strategie risolutive in relazione ai risultati della ricerca
6. Fase delle conclusioni

Prima Unità

PRESENTAZIONE DEL LAVORO - ORGANIZZAZIONE TECNICA

- Brain storming su benessere fisico
- Relazione sui rapporti tra attività fisica e salute
- Formulazione di ipotesi da verificare
- Introduzione tecnica alle fasi della ricerca scientifica
- Organizzazione dei gruppi di lavoro, definizione dei ruoli e mansioni in base alle attitudini personali
- Definizione dei criteri per formalizzare il rilevamento dei dati
- Discussione e valutazione dei dati emersi

Seconda Unità

FASE DELLE CONOSCENZE E/O DEI SAPERI

- Analisi cooperativa dei rapporti tra spazio-tempo e corsa a velocità costante
- Aspetti anatomico-fisiologici degli apparati cardiocircolatorio e respiratorio
- Bioenergetica della contrazione muscolare
- Ricerca di gruppo sui principali fattori di rischio delle cardiopatie più comuni
- Analisi cooperativa dei rapporti tra frequenza cardiaca e intensità di corsa
- Valutazione degli elementi emersi

Terza Unità

FASE DELLA RICERCA

- Progettazione e realizzazione di una griglia di rilevamento per la raccolta dei dati
- Rilevamento della frequenza cardiaca (cardiofrequenzimetro), a riposo, durante una corsa di 12 min. a velocità costante e massimale (test di Cooper) e nei successivi 3 min. di recupero
- Calcolo indiretto e registrazione del massimo consumo di ossigeno in funzione dei metri percorsi durante il test di Cooper
- Indagine sulle abitudini di vita degli allievi (sportivi, sedentari, fumatori)
- Registrazione e raccolta dei dati
- Discussione e valutazione dei prodotti

Quarta Unità

FASE DELL'ELABORAZIONE DEI DATI

- Elementi di statistica: media, deviazione standard, indice di significatività
- Elaborazione dei dati con l'utilizzo di foglio elettronico e studio di modelli di rappresentazione grafica
- Creazione di grafici e stampa dei risultati con l'utilizzo di strumenti informatici
- Lettura e interpretazione dei dati
- Discussione e valutazione dei prodotti

Quinta Unità

FASE DELL'ELABORAZIONE DI STRATEGIE RISOLUTIVE

- Ricerca sui metodi di allenamento per il miglioramento delle capacità aerobiche
- Distribuzione dei risultati dei test a tutti gli allievi
- Indicazioni per la stesura di un piano di allenamento personalizzato in funzione dei risultati
- Discussione e valutazione dei prodotti

Sesta Unità

FASE DELLE CONCLUSIONI

- Stesura guidata di una relazione scientifica
- Studio della comunicazione con mezzi informatici
- Creazione di una presentazione con software specifico
- Comunicazione dei risultati della ricerca in conferenza e confronto con esperti esterni
- Produzione di un testo funzionale

○ INTRODUZIONE

L'esercizio fisico è in grado di sottoporre a stress funzionale il sistema cardiovascolare ed i muscoli impegnati nello sforzo consentendo di mettere in evidenza le caratteristiche e i limiti.

In questo contesto assume particolare importanza la quantificazione del massimo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2 \text{ max}$), che rappresenta la massima potenza metabolica di un individuo e la cinetica della frequenza cardiaca utili per avere un quadro dell'efficienza fisica di una persona.

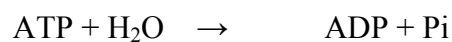
I test indiretti, per la valutazione del $\dot{V}O_2 \text{ max}$, sono caratterizzati da coefficiente di correlazione che per alcuni autori può arrivare a 0,96 e pertanto si possono considerare attendibili.

In questo capitolo cercheremo di chiarire quali sono i presupposti bioenergetici che sono i riferimenti dell'attuale metodologia dell'allenamento e del fitness.

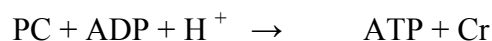
1.1 – Bioenergetica muscolare

La contrazione muscolare

Per la contrazione muscolare, le fibre utilizzano l'energia derivante dall'idrolisi dell'adenosintrifosfato (ATP) in adenosindifosfato (ADP) e fosfato inorganico (Pi), descritta dalla reazione:



L'esigua concentrazione intramuscolare di ATP permette solo un numero limitato di contrazioni. Questo significa che per esercizi prolungati l'ATP deve essere risintetizzato alla stessa velocità con cui viene consumato. Il primo meccanismo che consente di mantenere la contrazione muscolare è rappresentato dalla scissione della fosfocreatina (PC) che, cedendo il suo gruppo fosfato a favore dell'ADP, lo ritrasforma in ATP:



La concentrazione intramuscolare di PC non è elevata e per questo motivo può supportare la contrazione muscolare solo per brevi periodi (circa 6 sec.).

Processi ossidativi

I processi ossidativi costituiscono la fonte energetica quantitativamente più importante per la sintesi dell'ATP. In tutti gli esercizi che esprimono potenze inferiori alla massima potenza aerobica, viene prevalentemente usato il meccanismo ossidativo, l'unico che consente di eseguire lavoro muscolare prolungato. I processi ossidativi avvengono nei mitocondri, a differenza di quelli anaerobici, situati nel citoplasma della cellula; infatti, l'ossidazione mitocondriale di intermedi a tre o a due atomi di carbonio (rispettivamente piruvato e acetato), derivanti prevalentemente dagli acidi grassi e dagli zuccheri, consente di ottenere energia metabolica sottoforma di risintesi di ATP attraverso le tappe della fosforilazione ossidativa, con relativo consumo di ossigeno ($\dot{V}O_2$).

All'inizio di un lavoro muscolare di intensità sottomassimale, in cui la potenza meccanica richiesta (W) aumenta istantaneamente, $\dot{V}O_2$ aumenta gradualmente fino a raggiungere un valore stabile, definito stato stazionario ($\dot{V}O_{2s}$). La fase di adeguamento si completa nell'arco di 3-4 minuti fino a raggiungere un livello stabile che può essere mantenuto per prolungati periodi di attività.

In queste condizioni, tipicamente aerobiche l'ATP utilizzato dal muscolo, per compiere lavoro meccanico è risintetizzato a spese dei processi ossidativi.

$$\dot{E} = ATP' = c \dot{V}O_2$$

dove \dot{E} rappresenta la potenza metabolica, ATP' è la velocità di risintesi di ATP e "c" è il numero di moli di ATP ricostituite per mole di O_2 ("c" varia tra 5,6 e 6,2 a seconda del substrato che viene ossidato).

La fase precedente al raggiungimento dello stato stazionario è caratterizzata dalla contrazione del debito di O_2 , che è la differenza tra il volume di O_2 utilizzato e un ipotetico volume di O_2 consumato nello stesso tempo ma allo stato stazionario.

Come già accennato, il consumo di O_2 allo stato stazionario è proporzionale alla potenza meccanica W richiesta dall'esercizio, quindi se W aumenta, aumenta anche il $\dot{V}O_{2ss}$.

Questo si verifica fino a quando il $\dot{V}O_{2ss}$ raggiunge $\dot{V}O_{2max}$. Al di sopra di questo livello l'esercizio richiede un continuo intervento di meccanismi anaerobici lattacidi, indicati dalla distanza tra la linea continua orizzontale e quella tratteggiata. Nel Grafico 1, il massimo consumo di O_2 è raggiunto ad una potenza di 350 watt e ammonta a $4,05 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Sul piano pratico il $\dot{V}O_{2\max}$ è una misura della massima potenza metabolica (e quindi della massima intensità di esercizio) che un soggetto può sostenere per un periodo di tempo relativamente lungo.

Questo giustifica il fatto che sia molto utile avere un $\dot{V}O_{2\max}$ elevato, in quanto può allungare il tempo di esaurimento a parità di potenza.

Per quel che riguarda i fattori limitanti il massimo consumo di ossigeno, si può affermare che la massima capacità di trasportare ossigeno del sangue arterioso, uguale al prodotto della massima gettata cardiaca (Q'_{\max}) per la concentrazione di O_2 arterioso (CaO_2), costituisce circa il 70% dei fattori limitanti totali.

Gli altri fattori limitanti sono:

- a) fattori polmonari: la ventilazione alveolare $V'A$, la capacità di diffusione dei gas respiratori, particolarmente dell' O_2 , attraverso la membrana alveolo capillare (Do_2);
- b) fattori ematici: la capacità di trasporto di O_2 da parte del sangue;
- c) fattori tissutali: la capacità di diffusione dell' O_2 (DtO_2) dai capillari alla cellula e viceversa, del CO_2 dalla cellula al sangue, la capacità di utilizzazione dell' O_2 da parte dei tessuti.

Risulta evidente, pertanto, come una buona efficienza del sistema circolatorio e respiratorio sia fondamentale per il trasporto dell' O_2 ai tessuti.

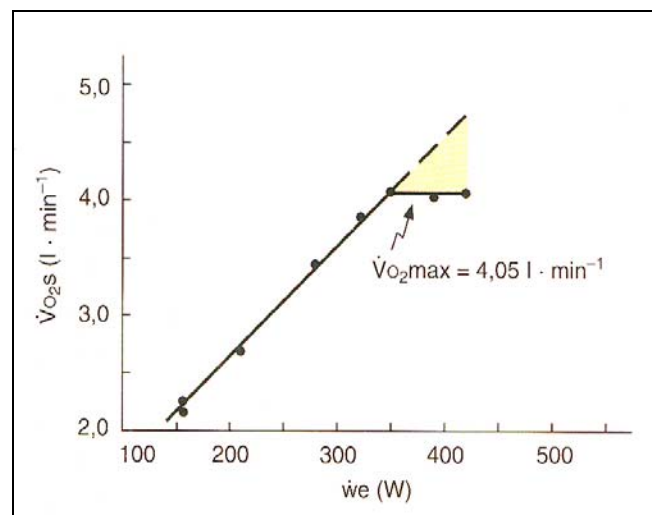


Grafico 1. Consumo di ossigeno allo stato stazionario $\dot{V}O_2$ 2S in funzione della potenza esterna (w_e) durante lavoro al cicloergometro. Il massimo consumo di O_2 è raggiunto a una potenza di 350 watt e ammonta a $4,05\text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Al di sopra di questo livello, l'esercizio richiede un continuo intervento di meccanismi anaerobici, indicato dalla distanza tra la *linea continua orizzontale* e quella *tratteggiata*.

1.2 - La frequenza cardiaca

La frequenza cardiaca (FC) a riposo oscilla tra 68 e 78 battiti per minuto. Questo valore normalmente si riduce per coloro che si dedicano con regolarità ad un'attività di tipo aerobico. Per controllare l'aumento del carico di lavoro cui è sottoposto il cuore durante un'attività fisica di livello elevato, bisogna imparare ad allenarlo in modo da fargli sopportare una mole di lavoro progressivamente più alta con il procedere dell'allenamento. In questo modo si fornisce al cuore il tempo di adattarsi a pompare più velocemente ed a rifornire del quantitativo di sangue necessario le aree che ne hanno bisogno. L'obiettivo è rendere il cuore in grado di fronteggiare adeguatamente un aumento del carico di lavoro.

In soggetti particolarmente emotivi e nei ragazzi è di comune rilievo un notevole aumento della frequenza cardiaca già immediatamente prima dell'inizio di una prova da sforzo, di un evento agonistico o di una prova scolastica.

Per calcolare la massima frequenza cardiaca in un soggetto adulto sano è utilizzata in genere la formula:

$$220 - \text{età} = \text{frequenza cardiaca massima}$$

A questo proposito, va ricordato che molti sono i limiti associati ad una valutazione dell'intensità del carico in funzione solo della frequenza cardiaca.

- 1) In alcuni soggetti la relazione fra FC e $\dot{V}O_{2\max}$ perde la linearità durante carichi di lavoro elevati e questo indica un incremento di $\dot{V}O_2$ maggiore rispetto a quello che ci si aspettava per unità di incremento del battito cardiaco;
- 2) La pendenza della relazione di FC- $\dot{V}O_2$ differisce considerevolmente fra i vari individui;
- 3) C'è una considerevole variazione (± 10 battiti per minuto) nell' FC_{\max} fra individui della stessa età;
- 4) I farmaci possono alterare la risposta dell'FC;
- 5) L'eccesso di stress porta all'aumento della frequenza cardiaca in corrispondenza dello stesso carico;
- 6) La frequenza cardiaca presenta variazioni durante il corso della giornata dell'ordine del 10% (cicli circadiani): per esempio, risulta più elevata nelle ore pomeridiane.

Altre variabili come: temperatura, emozione, allenamento, digestione, masse muscolari utilizzate, tipo di esercizio, altitudine possono modificare la FC.

Per sollecitare adeguatamente il sistema cardiovascolare, bisogna lavorare con una frequenza superiore al 60% della massima frequenza cardiaca e per una durata proporzionale all'intensità di esercizio.

Misurazione della frequenza cardiaca

La frequenza cardiaca si misura tramite cardiofrequenzimetro o, in sua assenza, contando i battiti sul collo eseguendo una leggera pressione sulla carotide o rilevando la pulsazione radiale facilmente individuabile sulla parte anteriore del polso, a livello della base del pollice (in questi punti le arterie si trovano immediatamente al di sotto dell'epidermide). E' bene far notare che una pressione eccessiva potrebbe provocare un riflesso che rallenta il battito cardiaco.

1.3 – Esercizio fisico e processi metabolici

La potenza aerobica

Il $\dot{V}O_{2\max}$, il massimo consumo di ossigeno, è la massima quantità di ossigeno per unità di tempo che può essere consumato a livello cellulare.

Il $\dot{V}O_2$ (il volume di ossigeno consumato) è misurato in millilitri di ossigeno per chilogrammo di peso corporeo per minuto [$\text{ml} \cdot (\text{min} \cdot \text{kg})^{-1}$]. In questo modo è possibile calcolare il $\dot{V}O_2$ di persone con masse differenti.

Consumo di ossigeno e kcal

Un'interessante relazione fisiologica si verifica tra il consumo di ossigeno e la quantità di chilocalorie (kcal) spese durante l'esercizio. Ad esempio, quando viene utilizzato un litro di ossigeno vengono spese all'incirca 5 kcal.

Soglia anaerobica

“La soglia anaerobica (SAN) è il valore massimo dell'intervallo di velocità alla quale vi è costanza di valori di lattato nel sangue per alcune decine di minuti”. Dalla definizione si capisce come questa velocità sia strettamente collegata all'accumulo di lattato ematico (lattacidemia) che proviene dai muscoli in esercizio oltre la velocità in cui “il sistema mitocondriale non riesce ad individuare completamente l'acido piruvico prodotto”.

Capacità aerobica

“Indica il tempo durante il quale l’atleta riesce a mantenere l’intensità d’esercizio a livello della soglia anaerobica; solitamente per un top runner è di 50 minuti, per gli sportivi circa 20 minuti; la differenza è strettamente legata alla quantità di glicogeno nei muscoli e all’economia del gesto atletico.”

Soglia aerobica

“È il valore minimo dell’intervallo di velocità alla quale vi è costanza di valori di lattato per alcune decine di minuti”. È un valore compreso, in funzione del grado di allenamento, tra il 70-75% del $\dot{V}O_{2\max}$; i battiti cardiaci solitamente sono compresi tra 78-88% della massima frequenza cardiaca; la concentrazione di lattato mediamente si aggira tra 1.9-3 mM/l e il quoziente respiratorio tra 0.8-0.95. Solitamente corrisponde al 90% della velocità di soglia anaerobica, ma per maratoneti di alto livello ed in forma è il 95%. E’ la velocità tipica della maratona (per i top runner), infatti definisce quella che è la resistenza aerobica che è direttamente correlata alla qualità di recupero.

1.4 – Il fumo

Perché si inizia a fumare?

Gli adolescenti iniziano a fumare solitamente tra gli 11 e i 15 anni. Questo è infatti il periodo in cui iniziano ad allontanarsi dalla famiglia e ad essere a più stretto contatto con gli amici. È anche il periodo in cui si risveglia uno spirito di ribellione contro gli adulti e l'autorità in genere, che spinge i ragazzi a comportamenti spesso anche esasperati per affermare la propria identità. Gli stessi adolescenti sostengono che iniziano a fumare per spirito di imitazione o come conseguenza della "pressione" del gruppo di cui fanno parte. Nella società in cui viviamo le patologie fumo-dipendenti si manifestano ogni giorno più evidenti impegnando risorse sempre maggiori. L’Organizzazione Mondiale della Sanità ha recentemente equiparato l’abitudine al fumo ad una malattia cronica. Le stesse scritte dissuasive che le case produttrici di tabacco sono state costrette a stampigliare sui pacchetti di sigarette confermano l’estrema pericolosità del fumo. Ciò nonostante la percentuale di fumatori risulta sostanzialmente stabile, il 25% della popolazione italiana, con netto aumento nei giovani e nelle donne. Viene spontaneo chiedersi quali siano le cause e le motivazioni che rendono così difficile la sospensione del fumo dal momento che solo una percentuale veramente esigua di fumatori, dal 2 al 5%, riesce spontaneamente, senza aiuto, a

smettere di fumare. Nel fumo di tabacco sono state individuate più di 4000 sostanze chimiche, molte delle quali possono contribuire all'insorgere di numerose patologie.

Gli effetti del fumo nell'organismo umano

Nel 1964, da alcuni studiosi americani fu redatto un rapporto sugli effetti provocati dal fumo sull'organismo umano. Si cominciava, infatti, a notare il numero sempre crescente di fumatori affetti da gravi patologie.

Successivamente la composizione chimica del fumo divenne materia di studio per ricercatori di tutto il mondo e da queste ricerche emerse che le sostanze maggiormente nocive contenute in una sigaretta erano (e sono ancor oggi):

- Il monossido di carbonio;
- Gli alcaloidi (fra cui la nicotina);
- L'acido cianidrico;
- L'arsenico;
- Gli idrocarburi.

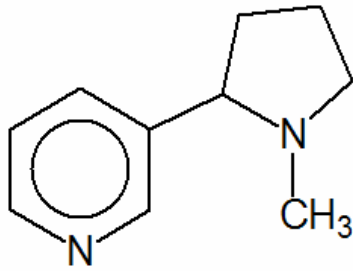
Il monossido di carbonio, cioè il composto principale della combustione, riduce il quantitativo di ossigeno trasportato dal sangue. Ciò danneggia soprattutto l'*endotelio*, il tessuto che riveste internamente i vasi sanguigni e che assorbe le sostanze nutritive direttamente dal sangue.

Esso, infatti, si restringe dando luogo a vari tipi di *sclerosi* (indurimento e perdita di elasticità dei tessuti).

Altre sostanze vasocostrittrici, fra le quali la *nicotina*, determinano un ulteriore restringimento delle arterie danneggiando in particolare gli organi più vascolarizzati (cioè irrorati dal sangue): le arterie ristrette, infatti, portano in circolo una minore quantità di sangue, per di più impoverito di ossigeno.

La nicotina

La nicotina deve il suo nome alla pianta del tabacco *Nicotiana tabacum* che a sua volta deve la sua denominazione a Jean Nicot, che spedì semi di tabacco dal Portogallo a Parigi nel 1550 e ne promosse l'uso medico. La nicotina è stata isolata per la prima volta nel 1828, mentre la sua formula chimica è stata definita nel 1843. La sua prima sintesi risale al 1904.



Nicotina *-formula di struttura-*

La nicotina è la componente principale di una sigaretta, a cui conferisce l'aroma e il sapore tipici. Facendo parte del fumo, questa sostanza viene in gran parte eliminata nell'aria, espirando, ma una piccola quantità, circa un trecentesimo di una boccata di fumo, giunge ai polmoni, dove viene assorbita. Per ogni sigaretta fumata vengono assimilati, tramite l'aspirazione, non più di 1 o 2 mg di nicotina. Questa quantità però potrebbe essere moltiplicata 10 volte se la sigaretta venisse fumata velocemente. Il tasso di nicotina assorbita aumenta proporzionalmente alla rapidità con cui viene consumata la sigaretta.

Dunque si può intuire che fumare rapidamente comporta da una parte più boccate in meno tempo, e dall'altra una maggiore assunzione di nicotina per ogni sigaretta.

Ma le conseguenze nocive del fumo per l'organismo umano vengono attenuate da tre fattori:

- La nicotina che viene immessa nel nostro corpo non raggiunge livelli eccessivamente pericolosi;
- Il nostro corpo provvede al suo assorbimento, attraverso complessi meccanismi che tramutano la sostanza in un elemento innocuo.
- Il nostro organismo ha la capacità di adattarsi al veleno; quindi il nostro corpo si assuefa lentamente alla componente nociva che viene in esso immessa. Si spiega così perché quando si prova a fumare una sigaretta per la prima volta si prova disgusto ed anche nausea, anche se con il passare del tempo questa sensazione va attenuandosi fino a scomparire del tutto.

In piccole dosi, la nicotina ha un effetto stimolante; aumenta l'attività, l'attenzione e la memoria. I consumatori abituali riportano anche un piacevole effetto rilassante. Essa aumenta inoltre il battito cardiaco, la pressione sanguigna e riduce l'appetito. In dosi elevate provoca nausea e vomito.

I consumatori abituali di nicotina sviluppano una dipendenza fisica dalla sostanza. I sintomi dell'astinenza comprendono irritabilità, mal di testa e ansia. Questi possono durare mesi o anni, benché il loro picco venga raggiunto in genere tra le 48 e le 72 ore.

Benché la quantità di nicotina inalata tramite il fumo di tabacco sia piuttosto piccola (la maggior parte della sostanza è distrutta dal calore) essa è comunque sufficiente a creare dipendenza. La

quantità effettivamente assorbita dal corpo dipende inoltre da altri fattori, quali il tipo di tabacco, l'effettiva inalazione, la presenza di un filtro.

È altresì possibile che altre sostanze presenti nel fumo di tabacco concorrano sinergicamente a creare questo effetto.

La nicotina ed i suoi metaboliti sono oggetto di ricerca per una serie di malattie, tra cui il morbo di Alzheimer ed il morbo di Parkinson.

La dipendenza dalla nicotina che si sviluppa nel fumatore porta a:

- **Tolleranza:** il bisogno di aumentare le dosi della sostanza per raggiungere l'effetto desiderato oppure ad una marcata riduzione dell'effetto con l'uso continuativo della stessa quantità.
- **Astinenza:** la comparsa di una crisi di astinenza per mancata assunzione della sostanza oppure la necessità di assumere la sostanza stessa per ridurre o alleviare i sintomi da astinenza. La sindrome da astinenza di nicotina si presenta significativa nel 70% dei fumatori che interrompono bruscamente il fumo. Essa è caratterizzata, come sintomo fondamentale, dal desiderio di riassumere la sostanza. I sintomi da astinenza più frequenti sono rappresentati dalla comparsa, entro ventiquattro ore dall'interruzione o dalla riduzione della quantità di nicotina assunta, di: ansia (87%), sonno perturbato (84%), irritabilità (80%), impazienza (76%), difficoltà a concentrarsi (73%), irrequietezza (71%), desiderio impellente di fumare (62%), fame (53%), problemi gastrointestinali (33%), cefalea (24%), sonnolenza (22%), depressione (5%).
- **Abitudine:** più un organismo attua un determinato comportamento, più è probabile che tale comportamento si ripresenti in modo sempre più automatico sì da trasformarsi in componente inscindibile delle azioni ripetitive abituali: i fumatori si trovano ad accendere spesso la sigaretta in maniera inavvertita quando sono impegnati in attività normalmente associate al fumo. Il fumo diventa parte integrante di attività quotidiane.
- **Ricerca del piacere:** e persone fumano per provare piacere. La nicotina sembra produrre euforia od uno stato di benessere paragonabile a quello determinato da altre sostanze ad azione psicotropa causanti dipendenza, cui si associa un'azione ansiolitica.

Apparato respiratorio

Oltre ad essere un fattore cancerogeno, il fumo è soprattutto un fattore irritante, che può causare infiammazioni della laringe, della trachea e dei bronchi, cioè laringiti, tracheiti e bronchiti croniche. In questi casi la capacità polmonare diminuisce portando all'enfisema polmonare, cioè ad una dilatazione permanente degli alveoli dei polmoni.

Questa situazione causa anomalie cellulari e quindi il cancro.

I danni all'apparato respiratorio sono causati principalmente da prodotti non del tutto bruciati, che costituiscono quella polverina di color nero che si può notare sul filtro delle sigarette, e che si va a depositare sulle mucose del nostro "albero respiratorio".

E' stato fatto un calcolo che illustra la quantità di questa sostanza che si deposita nei polmoni in un anno, fumando 20 sigarette al giorno, cioè circa $\frac{3}{4}$ di litro.

Apparato digestivo

Il fumo contribuisce all'attenuazione della fame o addirittura alla sua scomparsa.

Infatti l'eccessiva quantità di sigarette causa l'aumento della secrezione di acido cloridrico, il quale determina una gastrite ipercloridrica.

Nel caso in cui l'individuo fumatore presenti già una gastrite e non interrompa il consumo di nicotina potrebbe accusare successivamente problemi a livello intestinale (ulcere gastro-duodenali).

Apparato cardiovascolare

Un effetto immediato che il fumo ha sul sistema cardo-circolatorio consiste nell'aumento delle pulsazioni di circa 10-30 battiti al minuto, che provoca solo una sensazione di cardiopalmo (palpitazione del cuore che pare battere eccessivamente, violentemente, all'interno della cassa toracica).

E' da annoverare tra gli effetti nocivi anche l'aumento della pressione sanguigna, causa immediata del fumo eccessivo. Questa esercita un'azione di temporanea ricostruzione nei vasi periferici fino al termine dell'effetto delle sostanze in circolo.

Ma questa azione vasocostrittrice provoca una diminuzione dell'afflusso di sangue alle parti più periferiche del corpo, in particolare alle mani ed ai piedi, dove la temperatura si abbassa ed il colore delle unghie si fa più chiaro. Questo effetto dura più o meno un'ora, sia che il fumo venga inspirato, sia che venga semplicemente a contatto con la mucosa della bocca.

Coronarie

Ci sono molti gravi sospetti sul fumo riguardo ai disturbi di questa zona del corpo, che non sono però ancora stati identificati.

Prevenzione

Dopo sei mesi che un soggetto ha smesso di fumare entra nella fase di "mantenimento": le sue difese si sono consolidate, il rischio di ricaduta si allontana. Vivere senza fumo diventa una scelta

definitiva soltanto quando siano trascorsi cinque anni dall'inizio dell'astensione. In realtà la recidiva dell'abitudine di fumare si ha nel 37% dei soggetti durante il primo anno e scende al 7% soltanto al quinto anno. L'ultima fase è quella detta della "cessazione" dove il fumo ha ormai perso qualunque significato in quanto uscito completamente dai comportamenti abituali.

1.5 – Attività motoria e benessere

Esistono evidenze che l'attività e la buona forma fisica siano in grado di ridurre la morbilità e la mortalità per almeno sei condizioni patologiche di tipo cronico: la patologia coronarica, l'ipertensione, l'obesità, il diabete, l'osteoporosi ed i disturbi mentali. Vi sono anche evidenze che correlano lo stile di vita sedentario ad altre condizioni morbose.

Un'attività fisica moderata comprende le attività che possono essere sostenute in modo agevole per almeno 60 minuti (per esempio camminare, pedalare lentamente in bicicletta, rastrellare foglie, pulire le finestre o un lavoro leggero in un ristorante). Per attività vigorosa si intende invece ciò che è d'intensità sufficiente a procurare stanchezza entro 20 minuti (per esempio spalare la neve).

Cardiopatía ischemica (CHD)

Non ci sono studi prospettici che abbiano valutato l'attività fisica come intervento atto a prevenire la CHD. Evidenze derivate da studi di coorte hanno comunque dimostrato un'associazione consistente tra l'attività fisica e la ridotta incidenza della CHD. In una metanalisi di studi mirati alla prevenzione primaria della CHD è stato calcolato un rischio relativo di morte dovuto alla CHD pari a 1,9 (intervallo di confidenza al 95%: 1,6-2,2) per le persone sedentarie rispetto a quelle che svolgono dell'attività fisica.

Chi mette in atto un comportamento atletico non risulta più protetto dalla CHD se sospende l'esecuzione di un esercizio regolare (per esempio, gli atleti al college, che divengono sedentari nell'età adulta). Anche se i dati di tipo osservazionale non possono comprovare delle associazioni di tipo causale, la forza, la consistenza, la coerenza dei risultati e la presenza di un gradiente di tipo biologico suggerisce chiaramente che l'attività e la forma fisica influenzino il rischio di CHD. L'inferenza relativa ad un nesso causale tra l'aumento dell'attività fisica e la riduzione della CHD è supportata da effetti fisiologici dimostrati, che suggeriscono meccanismi biologici plausibili (per esempio un aumento della fibrinolisi, una riduzione

dell'adesività piastrinica, un miglioramento del profilo delle lipoproteine ed una ridotta risposta adrenergica allo stress).

Ipertensione

Studi di coorte mostrano che le persone fisicamente inattive hanno un rischio aumentato del 35-52% di sviluppare una forma di ipertensione rispetto a quelli che praticano esercizio fisico, indipendentemente dagli altri fattori di rischio per l'ipertensione stessa. In una vasta coorte si è notata una relazione inversa tra l'incremento dell'esercizio fisico ed i valori della pressione arteriosa.

Una metanalisi di studi controllati longitudinali ha rilevato, a seguito di un allenamento di resistenza, una netta riduzione della pressione arteriosa sistolica sulla diastolica pari a 3/3, 6/7 e 10/8 mmHg rispettivamente nei soggetti normotesi, ai limiti ed ipertesi.

Un simile effetto sulla pressione arteriosa si evidenzia tra i 15 e gli 80 anni in gruppi sociali differenti, in uomini e donne. Per ridurre la pressione arteriosa, un esercizio di resistenza lieve, o moderato, o una serie di esercizi di sollevamento pesi possono risultare efficaci quanto esercizi fisici ad alta intensità ed esercizi di resistenza, mirati primariamente alla forza muscolare. Può esistere una relazione di tipo sigmoidale tra l'attività fisica ed i risultati ottenuti sulla riduzione della pressione arteriosa, e l'attività fisica necessaria per ottenere un effetto significativo può essere inferiore a quella necessaria per mantenere un buon funzionamento del sistema cardiovascolare o per migliorare il profilo lipidico. Un meccanismo possibile è l'attenuazione dell'alta attività nervosa simpatica, da parte dell'iperinsulinemia, tramite gli effetti dell'esercizio fisico.

Obesità

I dati derivati da studi prospettici di popolazione indicano che le categorie di soggetti che dedicano poco tempo all'attività fisica ha un rischio maggiore di sviluppare un incremento di peso significativo rispetto alle categorie che praticano un'attività fisica più frequente. Dati sperimentali sulla prevenzione secondaria dell'obesità confermano questa relazione.

L'attività fisica può avere un'influenza sullo sviluppo dell'obesità (per esempio aiuta nel mantenimento a lungo termine di uno stato isocalorico o energeticamente bilanciato) ed aumenta la possibilità di successo nei tentativi iniziali o a lungo termine di perdita di peso. Questa influenza deriva da un aumento totale di energia liberata, dal mantenimento della massa corporea magra, dal cambiamento di utilizzazione dei substrati e dalla redistribuzione del

grasso corporeo, così come dal possibile cambiamento della soppressione del tasso basale metabolico indotta dalla dieta, e dal rinforzo di natura psicologica.

Un'associazione tra il poco tempo libero dedicato all'attività fisica e la resistenza all'insulina, con la risultante iperinsulinemia, può, in alcuni soggetti, mettere in relazione l'obesità (specie addominale) all'ipertensione, all'iperlipidemia e alla CHD. La morbilità e la mortalità osservate in studi prospettici di coorte sono risultate più basse nei soggetti sovrappeso ma fisicamente attivi, anche senza il raggiungimento di un peso inferiore. La normalizzazione del profilo metabolico (per esempio, tolleranza al glucosio, insulina e lipidi) è un meccanismo che può spiegare questa riduzione nella morbilità e nella mortalità.

Osteoporosi

Dati derivati da studi di intervento controllati ma non randomizzati, confermati da pochi studi, sostengono ciò che era stato segnalato da precedenti analisi, cioè che l'attività fisica può ritardare la perdita di massa ossea nelle donne in menopausa. Studi di tipo trasversale, che hanno valutato l'anamnesi dell'attività fisica ed il livello di forma fisica, hanno rilevato una massa ossea maggiore nei soggetti più attivi ed in forma.

Alcuni studi prospettici, assieme ad altri studi trasversali, che hanno confrontato la densità ossea premenopausale delle donne praticanti attività atletica con quella di donne che invece non la praticavano, suggeriscono che l'attività fisica possa anche ridurre il tasso di perdita ossea nelle donne in periodo premenopausale con stato ormonale normale. L'evidenza a favore del fatto che l'attività fisica riduca l'incidenza delle fratture di femore comprendono anche i risultati di un recente studio caso-controllo.

Questo studio ha dimostrato una riduzione nel rischio di frattura del femore nelle donne che in passato praticavano attività fisica, ed in quelle con una moderata attività praticata da poco tempo.

Apparato locomotore

Aumento del tono e del trofismo della muscolatura. L'allenamento determina aumento delle dimensioni del muscolo, con incremento della funzionalità dell'apparato muscolo-scheletrico; migliora la forza e l'elasticità del muscolo e la mobilità articolare; migliora, inoltre, la postura. In particolare un potenziamento equilibrato della muscolatura del tronco e di quella addominale previene le modificazioni degenerative a carico della colonna vertebrale e l'insorgenza di patologie discali e di lombosciatalgie acute e croniche.

Metabolismo

L'allenamento migliora la resistenza muscolare e fa aumentare la capacità di sostenere contrazioni muscolari per tempi prolungati; incrementa la capacità di controllo dell'appetito e migliora il rapporto peso-statura, con prevalenza della massa magra su quella grassa. Gli indici ematochimici si normalizzano.

Apparato cardiocircolatorio

Migliora la capacità contrattile del cuore e quindi una maggior quantità di sangue viene messa in circolo ad ogni contrazione; ciò determina, oltre ad una migliore irrorazione coronarica del cuore stesso, una migliore ossigenazione della muscolatura. La frequenza cardiaca basale si abbassa e durante lo sforzo sale più lentamente e può raggiungere livelli massimi più elevati rispetto al sedentario. Il sistema circolatorio recupera la sua elasticità ed il ritorno venoso al cuore diviene più efficiente, facilitato dall'effetto "pompa" del sistema muscolare.

Anche la pressione arteriosa si riporta a livelli fisiologici e le variazioni durante lo sforzo divengono minori.

Apparato respiratorio

L'allenamento migliora la capacità di assumere ossigeno a livello degli alveoli polmonari e l'apparato respiratorio riacquista la sua elasticità. I volumi respiratori ritornano alla norma, anche per la riacquistata efficienza dei muscoli respiratori accessori. L'effetto complessivo di questi adattamenti all'allenamento è una maggior produzione di energia attraverso il metabolismo aerobico utilizzando i grassi, con risparmio del glicogeno muscolare e conseguente diminuzione della produzione di acido lattico e quindi con un miglioramento della capacità di lavoro muscolare. Inoltre l'allenamento sportivo rappresenta una vera e propria forma di prevenzione nei confronti delle conseguenze dell'ipocinesia e dell'obesità (o, comunque, dell'eccesso ponderale).

L'American College of Sports Medicine ed i Centers for Disease Control and Prevention raccomandano che ciascun soggetto adulto faccia almeno 30 minuti di attività fisica con moderata intensità per più giorni la settimana, preferibilmente tutti i giorni. L'American Health Association e l'American Academy of Family Physicians (AAFP) raccomanda al medico di consigliare ai propri pazienti un programma di esercizio a scelta e di promuoverne la pratica regolare.

Nelle persone sedentarie è opportuno favorire la pratica di un'attività fisica di moderata intensità piuttosto che un esercizio vigoroso. Ciò dovrebbe incoraggiare una quantità di attività

fisiche autodirette di moderato livello (camminare o andare al lavoro in bicicletta, far le scale, rastrellare le foglie, tosare l'erba con un tagliaerba a motore, andare in bicicletta nel tempo libero, nuotare, giocare a tennis), più facilmente inseribili fra le abitudini quotidiane. Un obiettivo adeguato a breve termine è quello di aumentare, anche in misura modesta, il livello di attività abituale. Nell'arco di alcuni mesi sarebbe ideale la progressione verso un livello di attività che faccia acquisire un benessere cardiovascolare (per esempio 30 minuti di camminata sostenuta la maggior parte dei giorni della settimana). E' anche auspicabile lo sviluppo ed il mantenimento della forza muscolare e della flessibilità articolare. L'esercizio sporadico, specie se estremamente vigoroso, in un soggetto sedentario, dovrebbe essere invece scoraggiato a favore di un livello di attività moderata ma regolare.

2 - SCOPO DELLA RICERCA

Lo scopo di questa ricerca è stato verificare se le abitudini di vita della popolazione scolastica dell'ultimo anno di liceo incidono sull'efficienza fisica e fornire indicazioni metodologiche personalizzate per ottimizzare l'attività motoria di ciascun soggetto.

È stato pertanto creato un protocollo di esercizio per la valutazione del:

- $\dot{V}O_2 \text{ max}$
- cinetica della frequenza cardiaca
- percentuale di massa grassa
- BMI (Body Mass Index)

3 - MATERIALI E METODI

3.1 - Soggetti

I test sono stati eseguiti su 149 studenti del Liceo Classico "J. Stellini" di Udine, 51 di sesso maschile di anni 18 (± 1), peso medio kg 68,5 ($\pm 5,5$) e altezza media cm 180,4 ($\pm 4,8$); e 98 di sesso femminile di età 18 (± 1) peso medio kg 57,8 ($\pm 6,9$) e altezza media cm 168,5 ($\pm 5,1$).

Gli studenti sono stati suddivisi in categorie in base allo stile di vita:

- **agonista:** chi si allena almeno due volte la settimana in funzione di una gara (13 maschi e 6 femmine);
- **sportivo/a non fumatore:** chi svolge regolarmente attività motoria non finalizzata a una competizione (6 maschi e 29 femmine);
- **sportivo fumatore:** chi svolge regolarmente attività motoria non finalizzata a una competizione e fuma regolarmente (5 maschi);
- **sedentario/a non fumatore:** chi non svolge alcuna attività motoria (20 maschi, 44 femmine);
- **sedentario/a fumatore:** chi non svolge alcuna attività motoria e fuma regolarmente (7 maschi, 17 femmine).

I soggetti sono stati debitamente informati dei metodi e scopi della sperimentazione e hanno dato il loro consenso informato agli esperimenti.

3.2 - Metodi

Test di Cooper. La rilevazione indiretta del $\dot{V}O_{2\max}$ è stata eseguita tramite il test di Cooper. Questo test misura un parametro fisiologico linearmente collegato o direttamente proporzionale alla potenza metabolica ($\dot{V}O_{2\max}$).

Il test di Cooper prevede una corsa in cui si deve mantenere la massima velocità possibile per 12 minuti. In funzione della distanza percorsa viene calcolato indirettamente il $\dot{V}O_{2\max}$ individuale attraverso la formula di Cooper, in base all'equazione:

$$\dot{V}O_{2\max} [\text{ml} \cdot (\text{min} \cdot \text{kg})^{-1}] = 22,351 \cdot \text{distanza}(\text{km}) - 11,28$$

Antropometria. Gli studenti sono stati sottoposti a misurazioni antropometriche, che hanno fornito i seguenti dati:

- la percentuale di grasso corporeo (% fat) calcolata con il metodo indiretto di Durnin e Womersley che si basa, ai fini della misura, sul logaritmo della somma dello spessore di quattro pliche cutanee (a livello del bicipite brachiale, tricipite brachiale, sottoscapolare e soprailiaca) e che tiene conto del fattore età;
- l'indice di massa corporea (BMI) dato dall'equazione: $\text{peso}/\text{altezza}^2$ [kg/m^2];
- la massa corporea;
- l'altezza.

Cinetica della frequenza cardiaca. Questo parametro è stato studiato prima, durante e dopo il test di Cooper tramite un cardiofrequenzimetro. Ad ogni soggetto veniva chiesto prima della partenza di restare fermo due minuti, per misurare la f.c. a riposo. Al soggetto veniva quindi indicato di correre per 12 minuti alla massima velocità possibile. Al termine del test i soggetti riposavano per un periodo pari a tre minuti, nel quale veniva ancora misurato il battito cardiaco.

Statistica. Per verificare la significatività delle differenze dei risultati è stato utilizzato il Test T di Student con l'indice di significatività fissato in $p < 0,05$.

3.3 - Materiali

Sono stati utilizzati una cordella metrica per la misurazione del percorso, un fischietto per i segnali di inizio e fine del test e due cronometri (Casio).

Per misurare la frequenza cardiaca è stato usato il sistema di cardiofrequenzimetri Polar TeamSystem, che registrava ogni 5 secondi la frequenza dei battiti cardiaci.

Per il rilevamento delle pliche cutanee è stato utilizzato un plicometro (Cosmed).

4 - RISULTATI

4.1 - Stili di vita

Nella tabella n.1 e nel grafico n. 2 sono riportati i dati, in percentuale, rappresentanti le abitudini di vita degli studenti delle classi terze liceo.

Categorie	Maschi	Femmine	Totale
Agonisti	25,5 %	6,2 %	12,7 %
Sportivi	21,6 %	31,6 %	28,2 %
Sedentari	52,9 %	62,2 %	59,1 %
Fumatori (sul totale)	23,5 %	17,3 %	19,5 %

Tabella n. 1: dati percentuale stili di vita

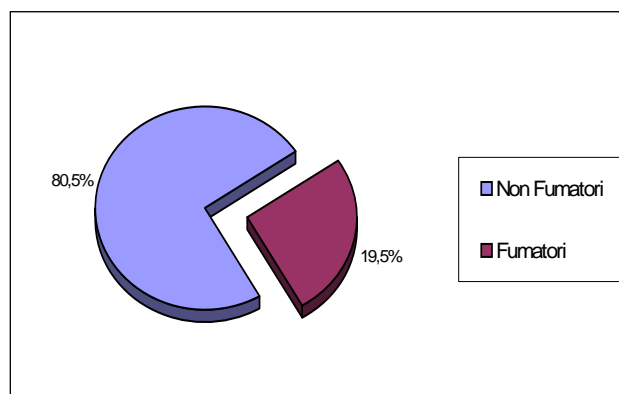
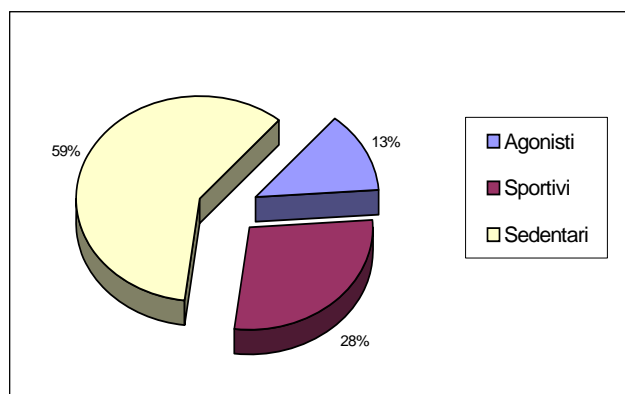


Grafico n. 2: Rappresentazione degli stili di vita in studenti di 18-19 anni.

I dati riportati in tabella mettono in evidenza la bassa percentuale di studenti che praticano attività agonistica, in modo particolare le femmine che risultano più inclini all'attività sportiva in funzione del benessere. L'attività motoria è condivisa dal 41% degli studenti (leggermente superiore alle medie nazionali) mentre il 59% non svolge alcuna attività fisica.

I fumatori rappresentano complessivamente il 19,5% della popolazione scolastica, con una leggera prevalenza nei maschi. Rispetto alla media nazionale (33%) la popolazione scolastica risulta meno propensa a fumare.

4.2 Misure antropometriche

La tabella n.2 riporta le caratteristiche antropometriche della popolazione scolastica studiata, suddivisa per sesso.

Soggetti	Peso ± D.S. (kg)	Altezza ± D.S. (cm)	BMI ± D.S. (kg/m²)	% Fat ± D.S. (%)
Maschi	68,5 (±5,5)	180,4 (±4,8)	21,1 (±2,1)	14,3 (±3,5)
Femmine	57,8 (±6,9)	168,5 (±5,1)	20,3 (±2,3)	24,5 (±2,9)

Tabella n. 2: dati antropometrici dei soggetti divisi per sesso.

Sulla base degli stili di vita sono state calcolate le medie delle misurazioni antropometriche riportate nelle tabelle numero 3 e 4.

Soggetti (maschi)	Peso ± D.S. (kg)	Altezza ± D.S. (cm)	BMI ± D.S. (kg/m²)	% Fat ± D.S. (%)
Agonisti	70,6 (±7,3)	181,4 (±5,0)	21,3 (±1,5)	12,0 (±2,4)
Sportivi f.	59,0 (±12,4)	170,3 (±9,4)	20,2 (±2,3)	8,6 (±2,5)
Sportivi non f.	62,7 (±6,4)	177,3 (±6,5)	19,9 (±1,7)	11,1 (±2,1)
Sedentari f.	68,8 (±7,8)	179,9 (±4,9)	21,2 (±1,2)	19,4 (±10,1)
Sedentari non f.	69,1 (±9,1)	178,6 (±6,5)	21,5 (±2,4)	16,3 (±5,2)

Tabella n. 3: misure antropometriche medie degli studenti maschi suddivisi in base allo stile di vita.

Soggetti (femmine)	Peso \pm D.S. (kg)	Altezza \pm D.S. (cm)	BMI \pm D.S. (kg/m ²)	% Fat \pm D.S. (%)
Agoniste	66,3 (\pm 8,6)	175,0 (\pm 7,7)	21,6 (\pm 1,8)	21,9 (\pm 3,8)
Sportive non f.	55,7 (\pm 6,9)	168,4 (\pm 3,9)	19,6 (\pm 2,1)	24,4 (\pm 4,0)
Sedentarie f.	55,0 (\pm 7,4)	168,4 (\pm 4,6)	19,4 (\pm 1,8)	24,4 (\pm 3,1)
Sedentarie non f.	57,0 (\pm 6,8)	166,4 (\pm 6,3)	20,6 (\pm 2,3)	25,5 (\pm 4,6)

Tabella n. 4: misure antropometriche medie delle studentesse femmine suddivise in base allo stile di vita.

Nei grafici 3 e 4 sono riportati i valori medi, in percentuale, della massa grassa (% fat) nei maschi e nelle femmine suddivisi in base alle abitudini di vita.

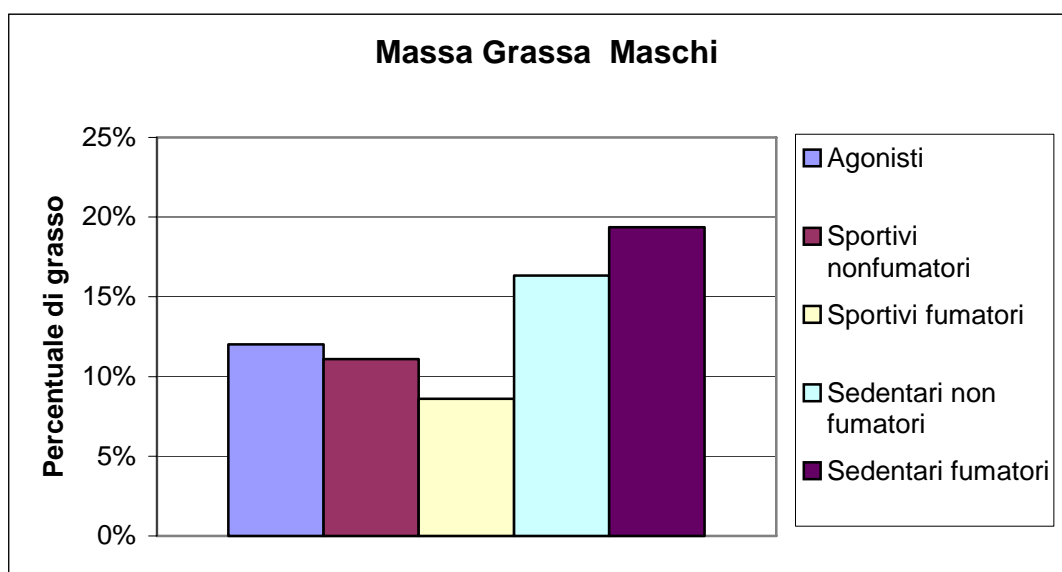


Grafico n. 3: percentuale di massa grassa in soggetti maschi.

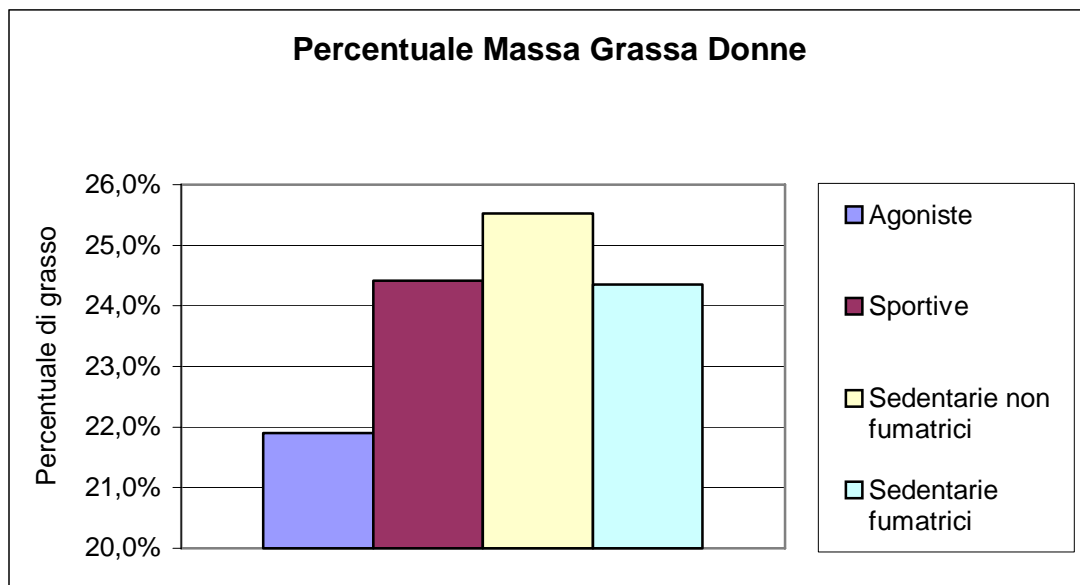


Grafico n. 4: percentuale di massa grassa in soggetti femmine

Le femmine presentano, in media, una percentuale di grasso superiore a quella dei maschi, il che conferma la differenza strutturale tra i due sessi, come riportato in letteratura.

Sia nei maschi che nelle femmine si nota una differenza significativa ($p < 0,001$) della percentuale di grasso corporeo tra i soggetti sedentari e coloro che praticano attività sportiva.

La distinzione tra fumatori e non fumatori appare meno rilevante, in quanto gli sportivi che fumano hanno una percentuale di grasso minima (8,6%); inoltre, anche tra le due categorie di sedentari la differenza è relativamente contenuta, a dimostrazione del fatto che in un'età compresa tra i 18 e i 19 anni il praticare o meno un'attività sportiva influisce in modo determinante sulla composizione corporea.

Tra le femmine si riscontra una differenza significativa di percentuale di massa grassa tra le agoniste (21,9%) e tutte le altre categorie (tutte intorno al 25%), indice che un'attività sportiva svolta saltuariamente e senza grande impegno non porta agli stessi risultati di un'attività praticata a livello agonistico. E' da sottolineare la minima differenza di percentuale di grasso, (1%) tra le fumatrici e le non fumatrici.

4.3 - Frequenza cardiaca

Nel grafico 5 è riportata la cinetica della f.c. prima, durante e dopo il test di Cooper, nelle singole categorie maschili.

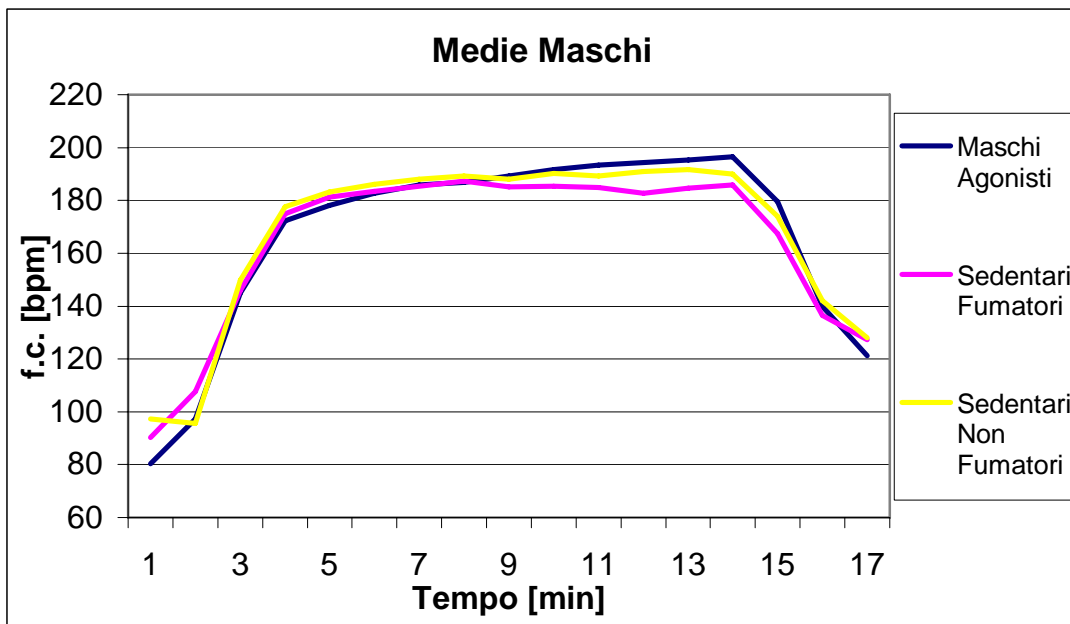


Grafico n. 5: cinetica della frequenza cardiaca in soggetti maschi durante il test di Cooper

Gli alti valori di f.c. ($191,8 \pm 4,5$), riscontrati in tutte le categorie, suggeriscono che il massimo consumo di ossigeno sia stato raggiunto da tutti i soggetti.

Dai dati si nota che gli agonisti raggiungono una f.c. massima superiore ai sedentari sia non fumatori che fumatori ($196,5 \pm 4,1$ vs $191,6 \pm 11$ e $187,3 \pm 2,4$ rispettivamente) in quanto hanno mantenuto una velocità superiore rispetto ai soggetti delle altre categorie (4 m/s agonisti vs 3,1 sedentari non fumatori e 2,6 sedentari fumatori), ma nel recupero successivo (3 min) hanno mediamente raggiunto un valore di 121,2 battiti al minuto contro i 127,9 dei sedentari sia non fumatori sia fumatori. Questo sta ad indicare che i soggetti più allenati hanno anche la capacità di recuperare in un tempo più breve (grafico n. 6).

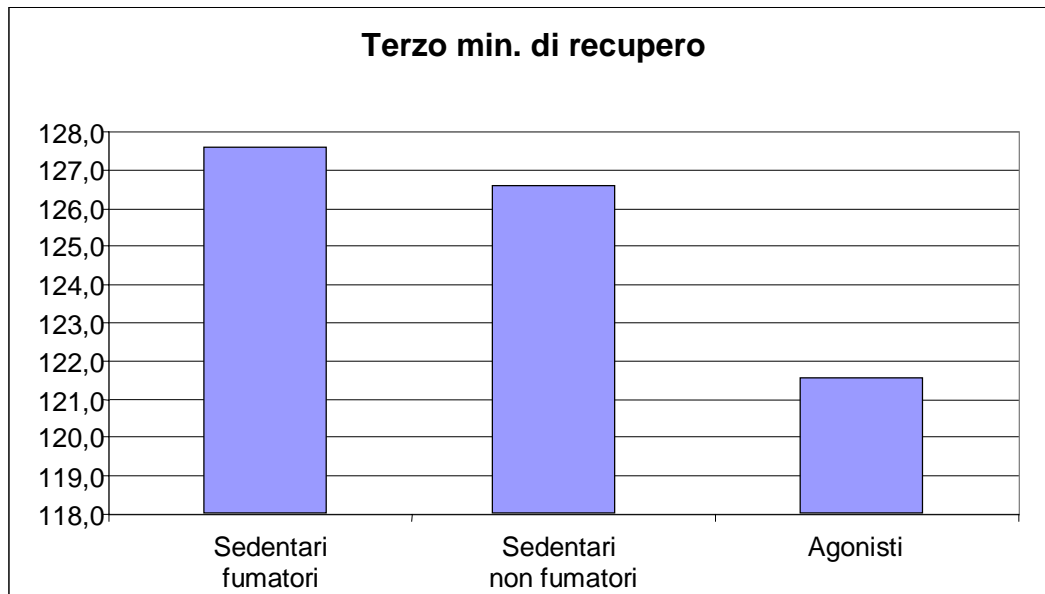


Grafico n. 6: cinetica della frequenza cardiaca in soggetti femmine durante il test di Cooper

Nel grafico 7 è riportata la cinetica della f.c. prima, durante e dopo il test di Cooper nelle singole categorie femminili.

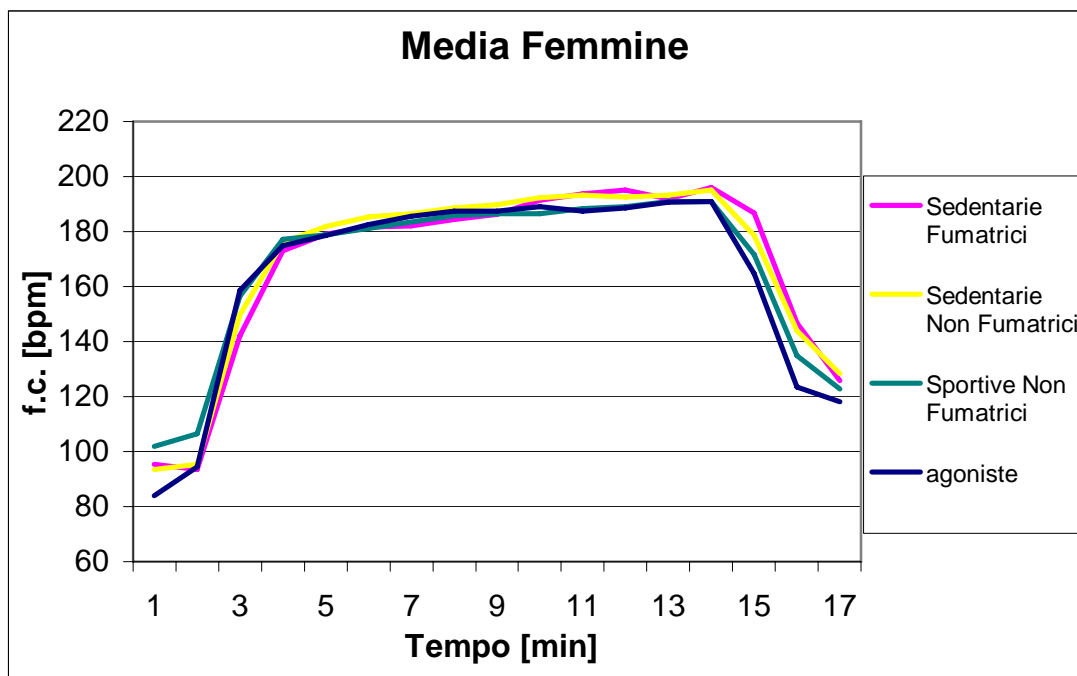


Grafico n. 7: cinetica della frequenza cardiaca in soggetti femmine durante il test di Cooper

Anche qui, gli alti valori di f.c. ($192,5 \pm 2,5$ bpm) riscontrati in tutte le categorie suggeriscono che il max consumo di ossigeno sia stato raggiunto da tutti i soggetti (agoniste: $190,5 \pm 3,5$ bpm;

sportive $190,5 \pm 7$ bpm; sedentarie fumatrici: $197,5 \pm 10$ bpm; sedentarie non fumatrici 197 ± 11 bpm). La velocità media max delle agoniste è superiore rispetto ai soggetti delle altre categorie (3,0 m/sec vs 2,8 m/sec delle sportive; 2,5 m/sec delle sedentarie non fumatrici e 2,6 m/sec delle sedentarie fumatrici).

Come nei maschi anche nelle femmine, i dati più rilevanti sono emersi dall'analisi dei dati relativi al recupero. Si nota come al termine dei 3 minuti stabiliti le agoniste hanno mediamente raggiunto un valore di 118 bpm vs 122,7 delle sportive, 125,9 delle sedentarie fumatrici e 128,4 delle sedentarie non fumatrici, ad indicare una maggiore efficienza del sistema cardio-circolatorio inoltre le agoniste presentano una frequenza cardiaca iniziale minore rispetto alle altre categorie. Nel grafico 8 sono riportati i valori di f.c. al terzo minuto di recupero delle diverse categorie.

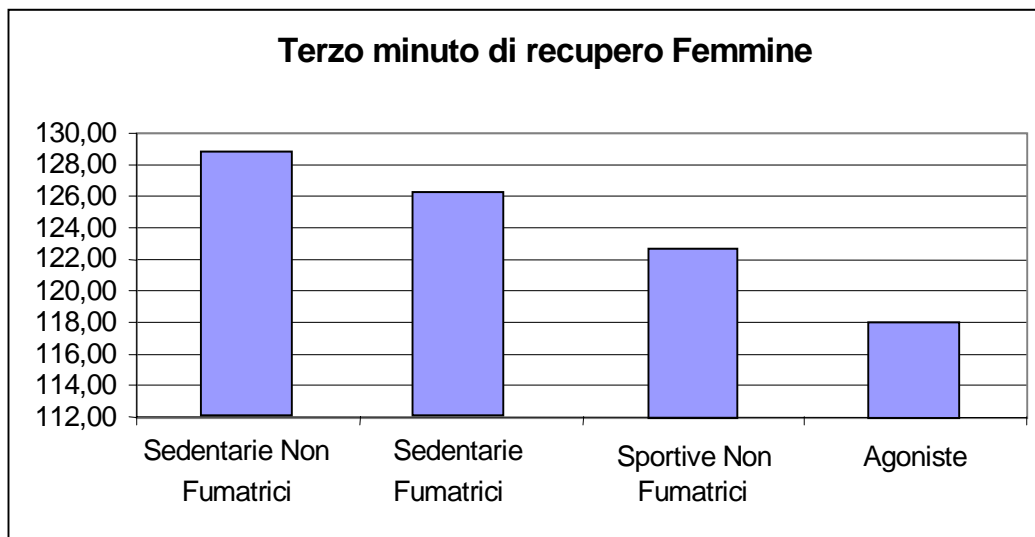


Grafico n. 8: cinetica della frequenza cardiaca in soggetti femmine durante il test di Cooper

4.4 - Test di Cooper

Nei grafici 9 e 10 sono riportate le medie delle distanze percorse dalle femmine e dai maschi nel test di Cooper, suddivise in base agli stili di vita.

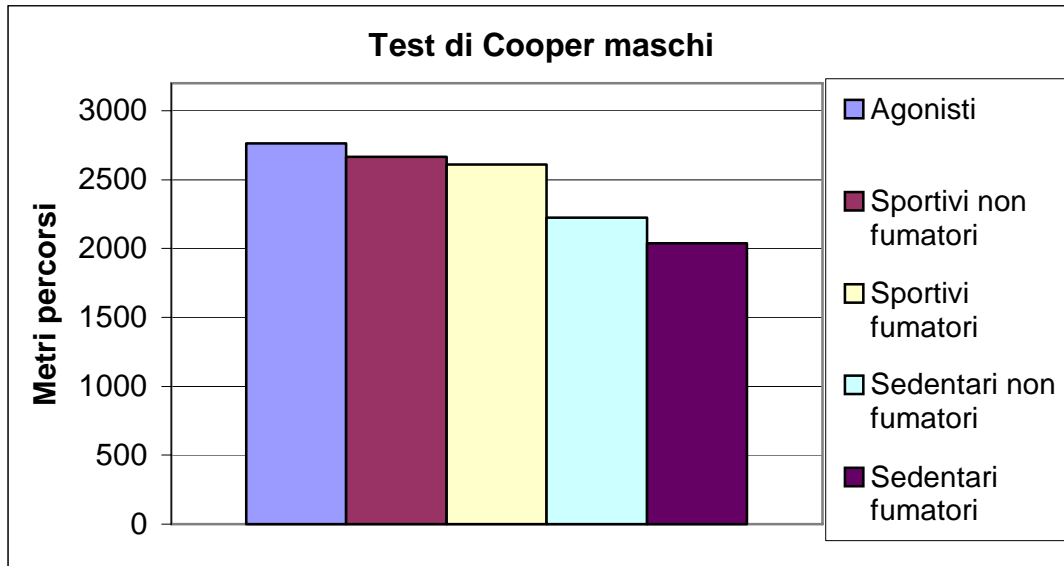


Grafico n. 9: metri percorsi dai maschi durante il test di Cooper.

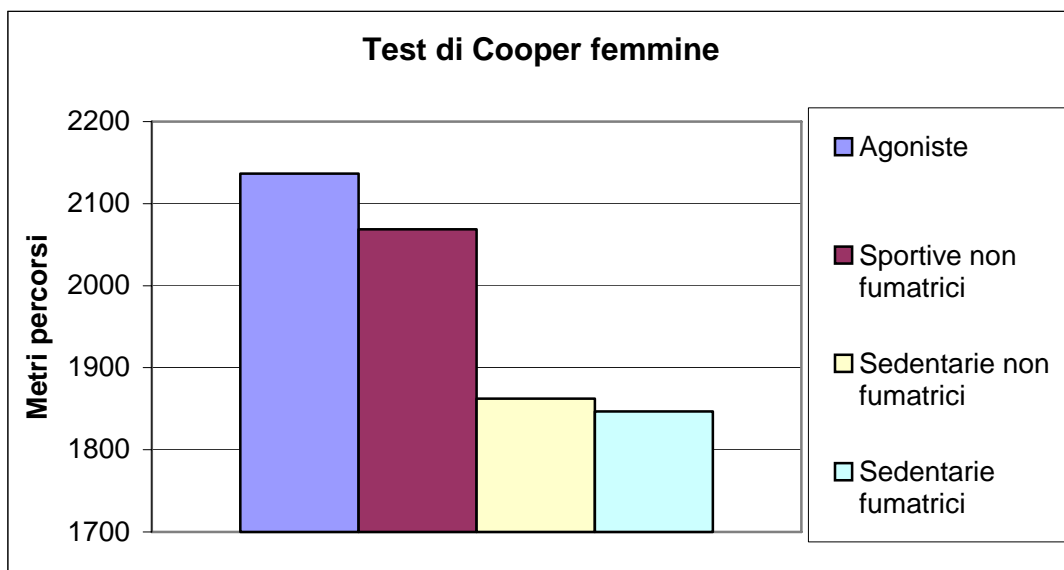


Grafico n. 10: metri percorsi dalle femmine durante il test di Cooper.

I soggetti, maschi e femmine, che si dedicano ad un'attività sportiva percorrono una distanza superiore rispetto ai soggetti sedentari. In tutte le categorie i maschi percorrono una distanza superiore alle femmine.

Nei maschi i risultati ottenuti dagli agonisti e dagli sportivi sono significativamente superiori ($p < 0,05$) rispetto a quelli dei sedentari (agonisti: 2763 metri \pm 187; sportivi non fumatori: 2668

metri \pm 186; sportivi fumatori: 2608 metri \pm 237; sedentari non fumatori: 2223 metri \pm 341; sedentari fumatori: 2041 metri \pm 69). Risulta minima la differenza tra i sedentari fumatori e non (78 metri). I risultati dimostrano che in un'età compresa tra i 18 e i 19 anni la mancanza di attività motoria influisce in modo maggiore rispetto al fumo.

Nelle femmine la distanza percorsa dalle agoniste è significativamente superiore ($p < 0,05$) rispetto a quella delle sportive e delle sedentarie fumatrici e non (agon.: 2137 \pm 171m; sport.:2069 \pm 119 m; sedentarie non fumatrici: 1862 \pm 168 m; sedentarie fumatrici: 1847 \pm 174 m), con una differenza significativa di 290 m tra agoniste e sedentarie fumatrici. Tra le due categorie di sedentarie, invece, la differenza è minima (circa 15 m).

4.5 - Determinazione del $\dot{V}O_{2 \max}$

Nel grafico n. 11 sono riportati i valori di $\dot{V}O_{2 \max}$ delle categorie “agonisti” maschi e femmine.

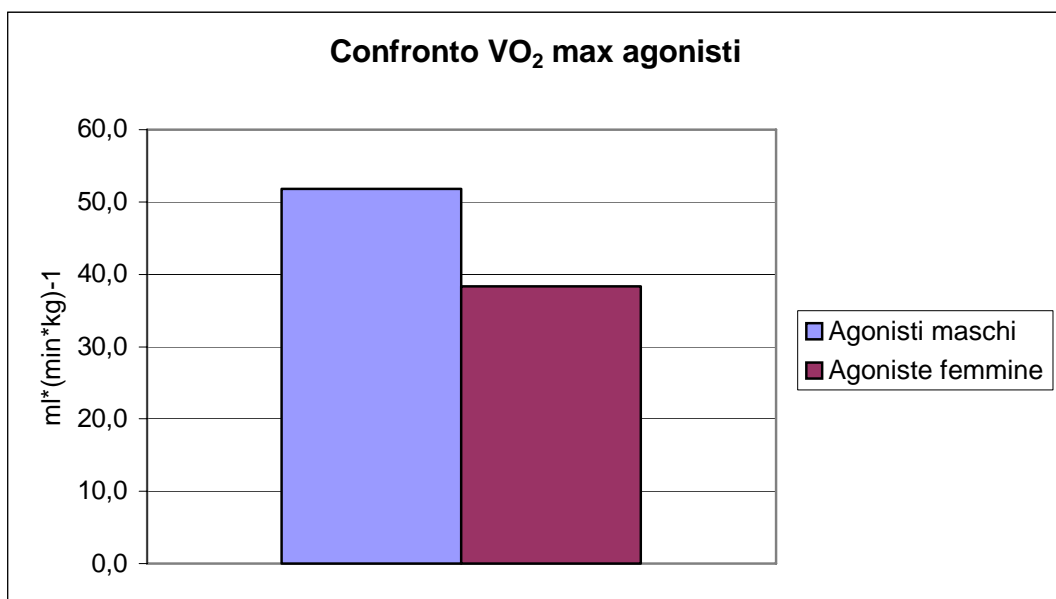


Grafico n. 11: confronto tra i valori di $\dot{V}O_{2 \max}$ in soggetti maschi e femmine agonisti calcolati in base alla distanza percorsa nel test di Cooper.

I grafici 12 e 13 riportano le medie del massimo consumo d'ossigeno dei maschi e delle femmine, suddivisi in base agli stili di vita.

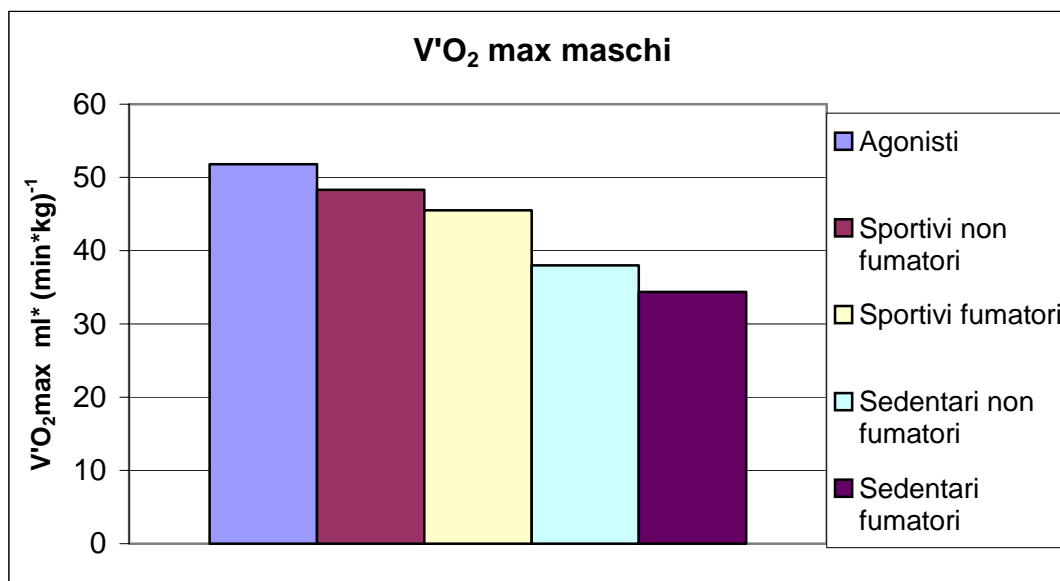


Grafico n. 12: valori di $\dot{V}O_{2\max}$ in soggetti maschi calcolati in base alla distanza percorsa nel test di Cooper.

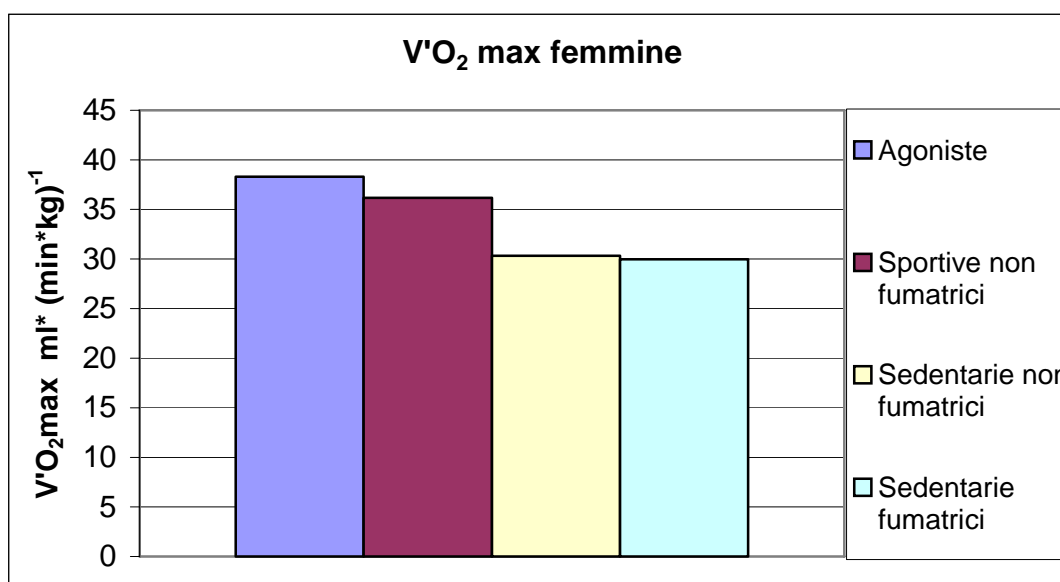


Grafico n. 13: valori di $\dot{V}O_{2\max}$ in soggetti femmine calcolati in base alla distanza percorsa nel test di Cooper.

Il massimo consumo di ossigeno nei maschi risulta significativamente diverso ($p < 0,005$) tra le categorie (grafico 12). In particolare tra i maschi agonisti e sedentari fumatori si evidenzia una differenza di $17,4 \text{ mlO}_2^* (\text{min} * \text{Kg})^{-1}$, ma anche tra sedentari non fumatori e fumatori si può notare una differenza di $3,6 \text{ mlO}_2^* (\text{min} * \text{Kg})^{-1}$. Differenze significative, anche se meno marcate, si possono osservare anche nelle femmine (grafico 13). Nel grafico 11 si può notare una minor potenza metabolica di $13 \text{ mlO}_2^* (\text{min} * \text{Kg})^{-1}$ nelle femmine; è probabile che il motivo sia da ricercare nelle caratteristiche delle discipline sportive praticate dai maschi (calcio e basket) che sollecitano maggiormente la potenza aerobica rispetto a quelle praticate dalle femmine (volley) e nella maggior percentuale di massa grassa (tabella n. 3 e 4).

5 – CONCLUSIONI

I dati raccolti evidenziano come il 59% degli studenti delle classi terze non svolga alcuna attività sportiva e che il 19,5% fumi abitualmente. I maschi privilegiano la pratica di una disciplina agonistica, mentre le ragazze dimostrano una maggiore disponibilità all'attività sportiva non agonistica.

La percentuale di grasso nei maschi ($14,3 \pm 3,5$) e nelle femmine ($24,5\% \pm 2,9$) rientra nei parametri di riferimento della media nazionale di questa età (Dal Monte- Faina 1999).

L'attività sportiva contribuisce ad abbassare in modo significativo ($p < 0,05$) la percentuale della massa grassa del 7,3% nei maschi e del 2,8% nelle femmine. L'indice BMI colloca i soggetti studiati nella categoria dei "normopeso". L'altezza media dei maschi ($180,4 \pm 4,8$) e delle femmine ($168,5 \pm 5,1$) risulta superiore alla media nazionale (175,7cm e 163,8cm rispettivamente Istat, 2000) a conferma che nel Friuli Venezia Giulia la popolazione risulta mediamente più alta rispetto alle altre regioni d'Italia.

Al termine dei 3 minuti di recupero, seguenti il test di Cooper, i maschi e le femmine agonisti mostrano una frequenza cardiaca più bassa rispetto a tutte le altre categorie, ad indicare una maggiore efficienza del sistema cardiocircolatorio nei soggetti che praticano un'attività sportiva sistematica.

In generale, i valori di $\dot{V}O_{2\max}$ sono in sintonia con quanto riportato in letteratura per questa fascia di età (Cerretelli et al. -1980-) per soggetti sedentari. La differenza del massimo consumo di ossigeno tra maschi e femmine risulta essere del 24%, ma si riduce a circa il 7% qualora si esprima $\dot{V}O_{2\max}$ per kg di peso "magro" (senza la massa grassa) in sintonia con quanto riportato in letteratura. I maschi che praticano attività sportiva presentano un massimo consumo di ossigeno superiore di $11,8 \text{ mlO}_2 * (\text{min} * \text{kg})^{-1}$ rispetto ai sedentari, mentre nelle femmine la differenza si riduce a $7,2 \text{ mlO}_2 * (\text{min} * \text{kg})^{-1}$.

Il confronto tra gli stili di vita mette in evidenza come gli studenti che praticano un'attività agonistica dispongano di una potenza metabolica superiore rispetto ai sedentari e ai sedentari fumatori e che quest'ultimi hanno un'intensità di esercizio notevolmente inferiore rispetto agli agonisti, $17,4 \text{ mlO}_2 * (\text{min} * \text{kg})^{-1}$ e agli sportivi non fumatori, $13,8 \text{ mlO}_2 * (\text{min} * \text{kg})^{-1}$, ma anche, seppur meno marcata, nei confronti dei sedentari non fumatori di $2,6 \text{ mlO}_2 * (\text{min} * \text{kg})^{-1}$.

Ciò sta ad indicare come il fumo e la sedentarietà non consentono di esprimere completamente la potenza del "motore", che sicuramente dipende dalle caratteristiche genetiche, ma che ognuno di noi può mantenere efficiente attraverso un corretto stile di vita e un'adeguata attività motoria.

Le ricadute operative di questo lavoro si sono concretizzate nella prescrizione di un programma ottimale di lavoro per ogni studente. A tal fine, ad ogni allievo è stato consegnato un rapporto con i risultati dei test e le relative indicazioni di allenamento tenendo conto dell'intensità, della durata e del recupero. Questi aspetti del carico sono intrinsecamente correlati e determinano la spesa energetica durante una sessione d'allenamento (Tabella 5).

In base alla categoria di appartenenza, ogni studente può stabilire la modalità di svolgimento del proprio esercizio: i soggetti sedentari possono migliorare la propria condizione di fitness con un'attività di intensità più bassa ma di durata più lunga; quelli più allenati, invece, devono lavorare nella fascia di intensità più elevata per migliorare o mantenere la propria efficienza.

L'intensità d'esercizio è stata stabilita in funzione della propria massima frequenza cardiaca (FCmax) che, pur essendo variabile (dipende dall'età, dal livello dell'allenamento, dalle caratteristiche individuali, dalla temperatura...), rappresenta un metodo semplice ed indicativo per determinare una modalità ottimale di lavoro.

% FCmax	Capacità organiche e muscolari coinvolte
60 – 70%	Zona “aerobica” a modesto impegno organico utile soprattutto a consumare i grassi corporei (miscela ad alto contenuto di grassi e modesto di zuccheri). È anche la zona più efficace per il dimagrimento (consumo di grasso sottocutaneo in eccesso).
70 – 80%	Zona “aerobica” a medio impegno che si evidenzia già col “fiatone” e con la difficoltà di colloquiare con un partner. Le fonti energetiche sono percentualmente ripartite tra grassi e zuccheri. Migliora l'efficienza dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio, ovvero la capacità di sostenere a lungo un lavoro.
80 – 90%	Zona che oltrepassa la “soglia anaerobica”. Utile a migliorare le capacità muscolari specifiche e ad esprimere un ritmo veloce per un tempo relativamente lungo.
Oltre 90%	Zona “anaerobica” utile a migliorare le capacità muscolari e bioenergetiche specifiche di ogni disciplina sportiva L'intensità è submassimale e la durata breve. Allenamento per agonisti.

Tabella n. 5: intensità di esercizio, in rapporto alla FCmax, e metabolismi sollecitati.

La fase di *endurance* sviluppa l'efficienza cardiorespiratoria e prevede una durata di oltre 20 minuti di attività aerobica continua o intermittente, costituita da serie di esercizi di almeno dieci minuti ciascuna nel corso dell'allenamento. La durata dipende dall'intensità dell'attività: così un'esercitazione di media intensità deve essere praticata per un periodo di tempo relativamente lungo (almeno 30 minuti); viceversa i soggetti che si allenano a livelli di intensità più elevati dovrebbero farlo per almeno 20 minuti.

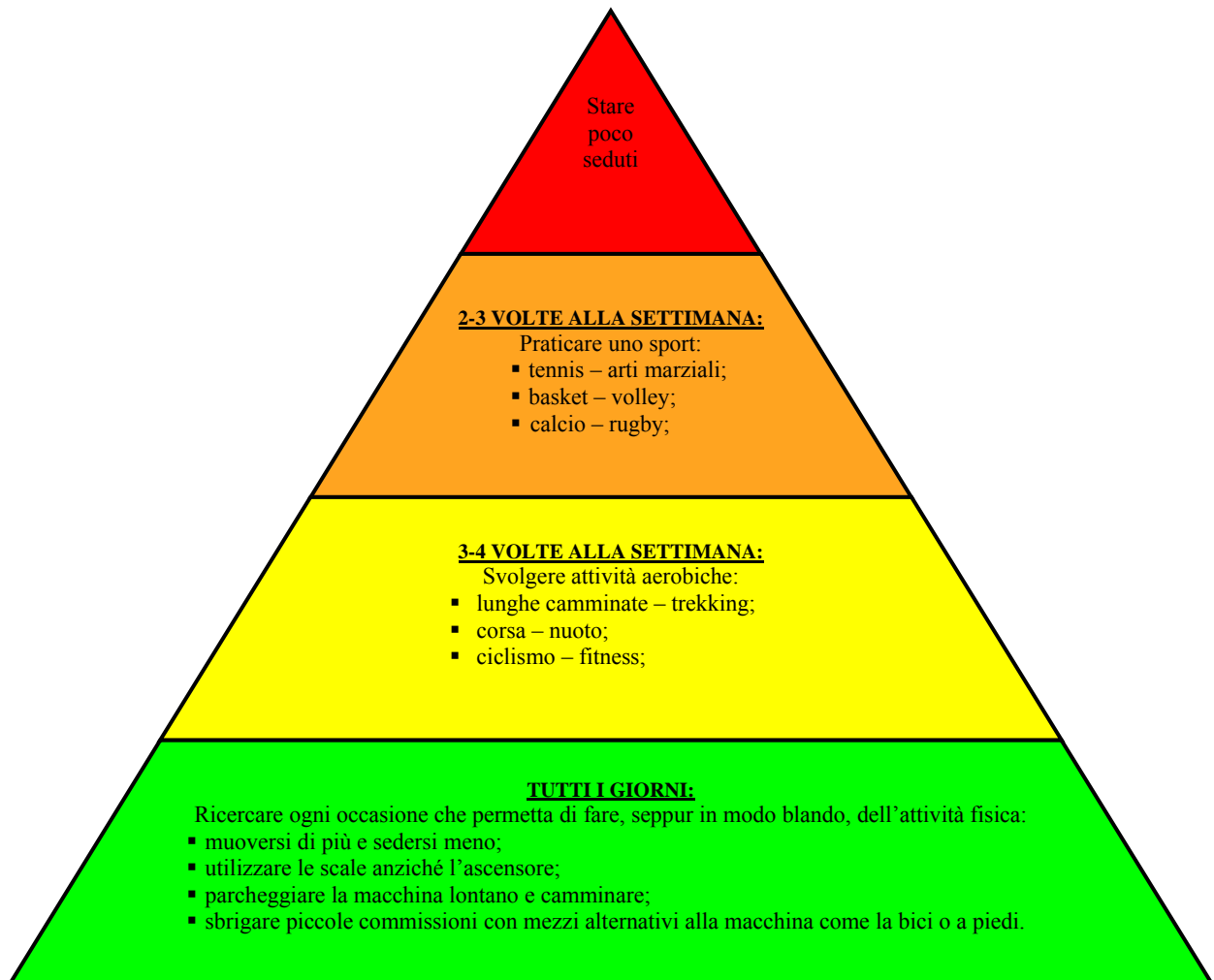
Le persone sedentarie possono migliorare la propria efficienza cardiorespiratoria con esercitazioni praticate almeno due volte alla settimana, ma la frequenza ottimale dell'allenamento è indicata in tre-quattro volte la settimana con intensità pari al 60-80% della FCmax.

A titolo esemplificativo viene riportato una programmazione per soggetti non allenati che iniziano l'attività. La fase iniziale comprende esercizi aerobici di livello moderato con un rischio minimo di dolori muscolari, di disagi e di traumi, può durare fino a 4 settimane, ma dipende dall'adattamento del soggetto (Tabella 6).

Fase del programma	Settimane	Frequenza (allenamenti/settimana)	Intensità d'esercizio (%FCmax)	Durata esercizio (min)
Fase iniziale	1	2-3	60	15
	2	2-3	60	20
	3	3	60 -70	20 - 25
	4	3	60 - 70	20 - 25
Fase di miglioramento	5 -7	3 - 4	65 - 70	25-30
	8 -10	3 - 4	70 -80	30-35
	11 – 13	3 - 4	70 -80	30-35
	14 – 16	3 - 4	75 -80	30-35
	17 – 20	3 - 4	75-85	35 - 40
	21 – 24	3 - 4	75 -85	35 - 40
Fase di mantenimento	Oltre le 24	3 -4	75 -85	40 e oltre

Tabella n. 6: Esempio di progressione dell'allenamento per soggetti sedentari.

Il lavoro svolto si pone come punto di partenza di un percorso di promozione alla salute che inizia dalla consapevolezza che le nostre abitudini di vita incidono sull'efficienza fisica e ciò si concretizza nell'indicazione di cosa e come fare per migliorare o mantenere una buona salute.



La piramide delle attività, analoga alla piramide alimentare, viene proposta per facilitare uno stile di vita progressivamente più attivo.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. 2000: *Il laboratorio della riforma. Autonomia, competenze e curricoli*, Annali della Pubblica Istruzione, supplemento al n.1-2, Le Monnier.

Baldini B. Dispensa A. Piotti E., 1999: *Le basi tecnico-scientifiche dell'educazione fisica*. Torino, Edizioni il capitello.

Benedetti F., Guspini M., 2000: *La didattica modulare: un approccio sistemico e integrato*. Roma, Anicia.

Billat V., 1999: *Physiological concepts and endurance training in the 20th century*. 4th Annual Congress of the European College of sport science, Rome, 14 – 17 July.

Ceretelli P., 2001: *Fisiologia dell'esercizio – Sport, Ambiente, Età, Sesso*. Roma, Universo.

Commissione Brocca, 1992: *Piani di studio della scuola secondaria superiore e programmi dei trienni. Le proposte della Commissione Brocca*. Annali della Pubblica Istruzione, n. 59 e 60, Firenze, Le Monnier.

Dal Monte A., Faina M., 2000: *Valutazione dell'atleta. Analisi funzionale e biomeccanica della capacità di prestazione*. UTET.

Grazzina F., 2004: *Tesi di laurea: correlazione tra test di Cooper e valutazione del massimo consumo di ossigeno*. Corso di Laurea Scienze Motorie, Università degli Studi di Udine.

Jackson AS, Pollock ML., 1978: *Generalized equations to for predicting body density of man*. Br J Nut 40: 497-504;

La Torre A. 1998: *La puissance aérobie – lipidique*. AEFA, Revue de l'association des entraineurs français d'athletisme, 150, pp. 19 – 20.

Leonardi L. M., Besi M, Dalla Vedova D., 1997: *Variabilità e complessità della frequenza cardiaca in funzione dell'età*. Scuola di sport, Rivista di cultura sportiva, Talento sportivo, 40, Anno XVI, pp. 51 – 59.

Ministero della Pubblica Istruzione, 1994: *Percorso di sperimentazione del Liceo Europeo*. D.L. 297 del 16.04.1994.

Prampero (di) P.E., 1985: *La locomozione umana su terra, in acqua, in aria. Fatti e teorie*. Milano, edi-ermes.

Tobin A.J., Dusheck J., 2000: *Bios, domande sulla vita*. Firenze, Edizioni scolastiche Bruno Mondadori.

Valle L., CIRED Università Ca' Foscari Venezia, 2001, *Attività di formazione e aggiornamento sulla didattica modulare*. Aggiornamento docenti, Cividale.

Wilson G., Buffa A.J. 2000: *Fisica*, Milano, Principato.