

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA**

**SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE**

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA SPERIMENTALE (DIMES)**

*Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'attività motoria preventiva e adattata LM-67*



Elaborato scritto per la prova finale in Attività motorie del tempo libero

## **Allenamento HIIT nei soggetti over50**

**Relatore**

*Prof. Marcello Galleri*

**Candidato**

Sergio Trivelli

Anno accademico 2024-2025

**Indice**

## Capitolo 1 – il ruolo dell'attività fisica nei soggetti sani

### 1.1 i benefici dell'attività fisica

### 1.2 Prevenzione

## Capitolo 2 – Allenamento HIIT

### 2.1 Che cos'è

### 2.2 Benefici

### 2.3 rischi e benefici psicologici allenamento HIIT

### 2.4 Programmazione

## Capitolo 3 – Protocollo di allenamento

### 3.1 Protocollo HIIT over50

### 3.2 Soggetti presi in esame

### 3.3 Obiettivi

### 3.4 Analisi dati

## Conclusioni

## Introduzione

Impegnarsi in un regolare esercizio fisico si traduce in una serie di adattamenti fisiologici che offrono benefici per la capacità di esercizio e la salute, indipendentemente dall'età, dal sesso o dalla presenza di malattie croniche. Accumulo di prove mostra che la mancanza di tempo è un grave impedimento all'esercizio fisico, causando inattività fisica in tutto il mondo. Questo problema ha portato a uno slancio per i modelli di allenamento a intervalli noti per suscitare un maggiore godimento e indurre adattamenti simili o superiori all'allenamento continuo a intensità moderata, nonostante un volume totale di esercizi inferiore. Sebbene non esista una definizione

universale, l'esercizio a intervalli ad alta intensità è caratterizzato da brevi esplosioni ripetute di attività intensa, eseguite con uno sforzo quasi massimo o tutto totale equivalente al  $\geq 90\%$  dell'assorbimento massimo di ossigeno o  $>75\%$  della potenza, con periodi di riposo o esercizio a bassa intensità. La ricerca ha indicato che l'allenamento a intervalli ad alta intensità induce numerosi adattamenti fisiologici che migliorano la capacità di esercizio (massimo assorbimento di ossigeno, resistenza aerobica, capacità anaerobica ecc.) e la salute metabolica sia in popolazioni cliniche che sane (atleti, individui attivi e inattivi senza alcuna apparente malattia o disturbo). In questo documento, viene presentata una breve storia dell'allenamento a intervalli ad alta intensità, basata sui nuovi risultati di alcuni studi selezionati sulla capacità e la salute dell'esercizio, a partire dai primi anni '20 fino ad oggi. Inoltre, viene fornita una panoramica dei meccanismi alla base degli adattamenti fisiologici in risposta all'allenamento a intervalli ad alta intensità.

Attualmente i regimi maggiormente validati in ambito scientifico sono i seguenti:

**Protocollo**

**Tabata**

Si tratta di una versione di HIIT basata su un lavoro scientifico del Prof. Izumi Tabata (1996). Il protocollo prevede 20 secondi di esercizio ultra-intenso, svolto approssimativamente al 170% del VO<sub>2</sub>max, seguiti da 10 secondi di riposo. Il loop deve essere ripetuto per 4 minuti, così da svolgere 8 picchi di attività ultra-intensa.

**Protocollo**

**Gibala.**

Il protocollo prevede 3 minuti di riscaldamento, 60 secondi di attività fisica intensa (al 95% del VO<sub>2</sub>max) seguiti da un recupero di 75 secondi. Il tutto ripetuto per 8-12 volte.

**Protocollo**

**Timmons.**

ha proposto nel 2012 un protocollo basato su 3 picchi di 20 secondi di pedalata sostenuta al massimo sforzo possibile, alternati da 2 minuti di pedalata blanda.

Il protocollo Tabata ha dimostrato, sulla scorta di lavori pubblicati, di poter indurre, svolto 4 volte a settimana, gli stessi benefici di uno Steady State Training (Endurance Training o allenamento aerobico a frequenza cardiaca costante) effettuato al 70% del VO<sub>2</sub>max 5 volte a settimana (Tabata et al -1996). Ovvero: 4 minuti di HIIT per 4 volte a settimana

hanno benefici come un training aerobico prolungato svolto 5 volte a settimana (non solo: i lavori scientifici dimostravano che solo il “gruppo Tabata” otteneva un incremento della capacità anaerobica).

## Capitolo 1

L'attività fisica rappresenta uno dei pilastri fondamentali per il mantenimento della salute e del benessere psicofisico. In tempi in cui la sedentarietà è diventata una delle principali minacce alla salute pubblica, muoversi regolarmente non è solo consigliato, ma una necessità.

Possiamo trovare benefici ben oltre la semplice forma fisica, influenzando in maniera positiva ogni parte della nostra vita: dal corpo alla mente, dalla prevenzione delle malattie croniche al miglioramento del nostro umore, dalla qualità e quantità del sonno, alla socializzazione.

Uno dei vantaggi dell'attività fisica riguarda la salute.

Praticare sport o semplicemente camminare ogni giorno contribuisce a rafforzare il sistema cardiovascolare, migliorando la circolazione, facendo sì di diminuire il rischio il rischio di malattie come l'ipertensione, l'infarto e l'ictus.

Inoltre, l'attività motoria stimola quello che è il nostro metabolismo, e non solo, aiuta a mantenere un peso adeguato e riduce il rischio di sviluppare diabete di tipo 2.

Il movimento rafforza anche le ossa e i muscoli, rendendo il corpo più resistente e meno incline a lesioni. Questo è particolarmente importante durante la crescita nei bambini e nei ragazzi, ma anche negli anziani, poiché l'attività fisica può prevenire o rallentare l'osteoporosi e la sarcopenia (la perdita di massa muscolare legata all'invecchiamento).

Inoltre, l'esercizio regolare favorisce una migliore postura, migliora l'equilibrio e la coordinazione, riducendo il rischio di cadute, soprattutto negli individui più anziani.

Anche il sistema immunitario trae vantaggio da una moderata attività fisica, diventando più efficiente nella difesa contro infezioni e malattie.

L'attività fisica non dà benefici solo al nostro corpo, ma anche alla nostra mente. Diversi studi hanno dimostrato che muoversi regolarmente può ridurre significativamente i livelli di stress, ansia e depressione. Questo avviene grazie alla produzione di endorfine, che vanno a migliorare l'umore generale e generano delle sensazioni di benessere generale.

Inoltre, l'attività fisica è un ottimo strumento per aumentare l'autostima e aumentare la fiducia in se stessi.

Raggiungere piano piano piccoli obiettivi, come correre per più tempo sollevare un peso maggiore, rafforza l'autostima e motivazione.

L'esercizio può anche migliorare la qualità del sonno, dando un riposo più profondo e rigenerante.

Per studenti e lavoratori, l'attività fisica ha anche un impatto positivo sulle capacità cognitive: aumenta la concentrazione, migliora la memoria e stimola la zona creativa.

È stato dimostrato, da studi scientifici, che anche una semplice camminata quotidiana può aiutare il cervello a migliorare in termini di funzionalità, rendendo le persone produttive e molto più lucide.

Fare attività fisica, soprattutto in gruppo, è anche un'opportunità per socializzare. Che si tratti di una partita di calcetto, di una lezione di danza o di una camminata al parco, lo sport è spesso un'occasione per conoscere nuove persone, rafforzare legami e sentirsi parte di una comunità.

Questo aspetto sociale è fondamentale, specialmente per bambini e adolescenti, poiché insegna valori importanti come il lavoro di gruppo, il rispetto.

Anche per gli adulti e gli anziani, condividere l'attività fisica con altri può essere un potente antidoto contro la solitudine e l'isolamento, due fattori di rischio per numerosi disturbi psicologici e fisici.

Uno dei benefici più rilevanti dell'attività fisica è il suo ruolo nella prevenzione.

Differenti ricerche confermano che uno stile di vita attivo può andare a ridurre sensibilmente il rischio di sviluppare molte malattie croniche.

Alcuni esempi includono:

Malattie cardiovascolari

Diabete di tipo 1 e 2

Obesità

Tumori (in particolare del colon, della mammella e dell'endometrio)

Disturbi dell'umore e depressione

Demenze senili, come l'Alzheimer

La prevenzione, inoltre, non riguarda solo le malattie fisiche: mantenersi in attività può ridurre l'invecchiamento mentale, promuovendo una maggiore autonomia anche in età avanzata.

Non è necessario essere atleti professionisti per avere dei benefici dell'attività fisica. Anche piccolissimi cambiamenti nella nostra routine quotidiana possono fare molto la differenza.

La chiave è avere costanza.

È importante scegliere un'attività che si possa adattare alle proprie esigenze, capacità e gusti personali, per evitare di abbandonare dopo poco tempo.

Iniziare gradualmente, senza esagerare, è essenziale per evitare infortuni e frustrazione.

## 1.2 Prevenzione:

Nel contesto della medicina moderna e della promozione della salute pubblica, la prevenzione è considerata una strategia fondamentale per migliorare la qualità della vita e ridurre l'incidenza di molte malattie. In questo scenario, l'attività fisica emerge come uno degli strumenti preventivi più potenti, economici ed efficaci che abbiamo a disposizione. Non si tratta solo di sport o di performance atletica: anche il movimento quotidiano, praticato con regolarità e moderazione, può trasformarsi in una vera e propria "medicina preventiva" che agisce a 360 gradi sul benessere fisico, mentale e sociale.

L'attività fisica preventiva riguarda ogni fase della vita, e i suoi effetti benefici sono stati ampiamente dimostrati da studi scientifici in tutto il mondo. Essa non solo aiuta a evitare l'insorgenza di malattie, ma contribuisce anche a rallentare il decorso di

patologie esistenti, a ridurre il numero di ricoveri ospedalieri e a migliorare la qualità della vita in generale.

Nel campo della salute pubblica, si distinguono tre principali livelli di prevenzione, tutti supportati dall'attività fisica:

**Prevenzione primaria:** mira a evitare che la malattia si presenti. È il tipo di prevenzione più diretto e semplice. Ad esempio, praticare regolarmente attività fisica aiuta a evitare che insorgano ipertensione, diabete, obesità o depressione.

**Prevenzione secondaria:** serve a individuare precocemente una malattia e a intervenire per limitarne gli effetti. In soggetti con lievi problemi di salute (ad esempio pressione alta o glicemia borderline), uno stile di vita attivo può evitare l'aggravarsi della situazione e ridurre la necessità di farmaci.

**Prevenzione terziaria:** riguarda le persone che già convivono con una malattia cronica. In questo caso, l'attività fisica può migliorare la qualità della vita, contenere le complicanze e facilitare il recupero funzionale. Un esempio evidente è il ruolo dell'attività motoria nella riabilitazione cardiologica dopo un infarto o negli anziani con mobilità ridotta.

Il sistema cardiovascolare è probabilmente il primo beneficiario diretto dell'attività fisica. Una regolare attività aerobica, come camminare a passo sostenuto, nuotare, correre o andare in bicicletta, rinforza il muscolo cardiaco, migliora la circolazione sanguigna, abbassa la pressione arteriosa e regola i livelli di colesterolo. Tutti questi effetti concorrono a prevenire le principali malattie cardiovascolari, come infarto, ictus e insufficienza cardiaca.

Inoltre, l'esercizio fisico riduce l'infiammazione sistemica – un fattore importante nello sviluppo dell'aterosclerosi – e favorisce l'espansione dei piccoli vasi sanguigni (i capillari), migliorando l'ossigenazione dei tessuti.

L'obesità e il diabete di tipo 2 sono considerate vere e proprie epidemie moderne, legate in gran parte alla vita sedentaria e a un'alimentazione eccessivamente calorica.

L'attività fisica è essenziale per prevenire e controllare entrambi questi problemi.

Muoversi regolarmente aiuta il corpo a utilizzare meglio il glucosio, migliorando la sensibilità all'insulina e riducendo la glicemia. Anche solo 30 minuti al giorno di

camminata veloce possono diminuire significativamente il rischio di sviluppare il diabete.

Inoltre, l'attività fisica contribuisce al mantenimento di un bilancio energetico equilibrato, ovvero al corretto rapporto tra calorie assunte e calorie bruciate. Questo è fondamentale per evitare l'accumulo di grasso corporeo, soprattutto quello viscerale (intorno agli organi interni), che è il più pericoloso per la salute.

Sempre più ricerche scientifiche mettono in evidenza il legame tra sedentarietà e insorgenza di alcuni tipi di tumore. In particolare, è dimostrato che l'attività fisica riduce il rischio di sviluppare tumori al colon, alla mammella, alla prostata e all'endometrio. I meccanismi alla base di questo effetto preventivo sono molteplici:

Miglior controllo ormonale (ad esempio degli estrogeni)

Miglioramento del sistema immunitario

Riduzione dell'infiammazione

Miglior metabolismo degli zuccheri

Minor presenza di grasso viscerale

Anche per chi ha già affrontato una malattia oncologica, l'attività fisica può avere un ruolo fondamentale nel recupero e nella prevenzione delle recidive.

L'attività fisica ha effetti profondi sulla salute mentale, contribuendo a prevenire ansia, depressione, disturbi del sonno e altre forme di disagio emotivo. Quando ci muoviamo, il cervello rilascia sostanze chimiche benefiche, come le endorfine, la serotonina e la dopamina, che agiscono positivamente sull'umore e sulla percezione del dolore.

Inoltre, lo sport offre una pausa mentale dallo stress quotidiano, migliora la qualità del sonno, favorisce la socializzazione e può rappresentare un'occasione di crescita personale, soprattutto per i più giovani. Nelle scuole e nelle università, promuovere l'attività fisica significa prevenire il malessere giovanile, l'abbandono scolastico e l'isolamento sociale.

Con l'avanzare dell'età, il rischio di fragilità fisica, perdita di autonomia e malattie croniche aumenta. L'attività fisica può rallentare il processo di invecchiamento, sia a

livello muscolare che cerebrale. In particolare, negli anziani, praticare esercizi adeguati e costanti (come ginnastica dolce, camminate, tai chi o nuoto) contribuisce a:

Mantenere la massa muscolare e la forza

Migliorare l'equilibrio e prevenire le cadute

Conservare la flessibilità articolare

Ridurre i dolori articolari

Stimolare la memoria e le funzioni cognitive

Prevenire o rallentare malattie neurodegenerative come l'Alzheimer

Un corpo attivo è un corpo più autonomo, meno dipendente dagli altri e più capace di affrontare le sfide della quotidianità, anche in età avanzata.

Investire nella promozione dell'attività fisica non ha solo benefici individuali, ma anche un impatto positivo sull'intera società. Una popolazione più attiva è anche:

Meno soggetta a ricoveri ospedalieri

Più produttiva sul lavoro

Più longeva

Meno dipendente da farmaci e cure costose

Numerosi studi economici dimostrano che ogni euro investito in prevenzione attraverso l'attività fisica può far risparmiare diversi euro al sistema sanitario. In altre parole, camminare, pedalare, giocare o nuotare non fanno bene solo al corpo: fanno bene anche alle casse dello Stato.

Prevenire significa agire ogni giorno. L'attività fisica non deve essere per forza intensa o competitiva. Per ottenere benefici è sufficiente:

Camminare almeno 30 minuti al giorno

Salire le scale invece di usare l'ascensore

Fare esercizi a corpo libero a casa

Partecipare a corsi sportivi o attività di gruppo

Ridurre il tempo trascorso seduti, soprattutto davanti agli schermi

Coinvolgere amici, familiari o colleghi per rendere il movimento più divertente

## Capitolo 2 : L'allenamento HIIT

L'HIIT (High intensity intervall training) è una metodologia di allenamento che va a combinare allenamenti di brevi durata ad alta intensità con recuperi attivi passivi a seconda dell'esercizio proposto.

Questa metodologia nasce per tenere intensità di allenamento molto elevate in pochi secondi di durata, seguite da recuperi tali da permettere di risolvere l'esercizio più volte.

Questa tipologia di allenamento nasce con l'obiettivo di massimizzare i benefici fisiologici in tempi ridotti, sfruttando il principio secondo cui il corpo, se sottoposto a intensi sforzi intermittenti, continua a bruciare calorie e a migliorare le proprie capacità anche nelle ore successive all'allenamento

Molto importante da tenere conto, che l'allenamento HIIT può essere proposto in diverse discipline quali corsa, ciclismo, nuoto, circuiti e persino pesistica.

L'HIIT nasce nei primi anni 90' (non una moda recente), quando alcuni preparatori atletici andarono a somministrare questo metodo di allenamento a loro atleti, in particolare modo venne usato nell'atletica leggera e negli sport da combattimento.

Il più famoso sicuramente il metodo "Tabata" sviluppato da Izumi Tabata in Giappone nel 1996.

Prevedeva un protocollo di allenamento molto breve dove si andava a svolgere un sforzo pressoché massimale per 20sec recuperando 10sec ripetuti 8 volte.

Questo per quanto riguarda il judo e altri sport da combattimento.

Altra metodologia HIIT che venne e viene usata tuttora nell'atletica leggera e ciclismo è il SIT (Sprint Intervall Training) che prevede 30sec di lavoro massimale ma con tempistiche di recupero più lunghe.

La funzionalità dell'HIIT si spiega attraverso diversi meccanismi quali:

Sistema anaerobico lattacido e alattacido: durante queste sessioni di allenamento il nostro corpo attinge da entrambe le riserve energetiche in questione, sviluppando resistenze all'acido lattico.

EPOC (consumo ossigeno post esercizio): dopo le sedute di allenamento, il metabolismo resta iperattivo per ore, aumentando il consumo calorico.

Benefici cardiovascolari, cardiorespiratori: dopo protocolli di allenamento HIIT si registrano significanti miglioramenti cardiovascolari, gittata cardiaca e della pressione arteriosa.

Efficienza tono muscolare: l'HIIT favorisce lo sviluppo di potenza e rapidità ( fibre tipoII)

Per quanto l'HIIT abbia diversi aspetti positivi, non è privo di rischi, in una seduta di salti e sprint per esempio, può avere un alto impatto articolare.

Il rischio di sovrallenamento è elevato infatti ha bisogno di recuperi adeguati.

## 2.2 I Benefici dell'allenamento HIIT

L'allenamento HIIT deve la sua efficacia soprattutto ai meccanismi fisiologici che si attivano durante e soprattutto dopo allenamento.

Per comprendere al meglio i benefici di questa metodologia, è necessario conoscere i sistemi energetici reclutati, il concetto di consumo calorico post esercizio (EPOC) e le principali risposte ormonali e metaboliche.

Il corpo dispone di diversi sistemi energetici che vengono attivati in base alle necessità del nostro organismo.

Per esempio, nell'allenamento HIIT, caratterizzato da sforzi brevi ma intensi, stimola principalmente il sistema anaerobico, senza però trascurare il sistema aerobico.

Il sistema lattacido anaerobico che recluta principalmente molecole di ATP (adenosin tri-fosfato) e CP (fosfocreatina) è il primo ad entrare in azione durante uno sprint o un esercizio esplosivo.

Questo viene attivato perchè garantisce energia immediata, ma per un lasso di tempo brevissimo di 6/10sec.

Dopo il sistema lattacido anaerobico viene attivato il sistema aerobico lattacido (glucosio).

Questo sistema viene attivato quando lo sforzo viene prolungato per oltre i 10sec.

Questo sistema utilizza le molecole di glicogeno muscolare ed epatico come fonte di energia, andando però a produrre acido lattico.

Dopo di che entra in gioco il sistema aerobico, che entra in gioco soprattutto nelle fasi di recupero o quando l'esercizio si prolunga per intensità moderata.

Utilizza ossigeno per metabolizzare carboidrati e grassi, garantendo energia più duratura.

Per parlare invece di quello che succede post allenamento

Per sintetizzare, l'allenamento HIIT rappresenta quella che è una stimolazione completa perchè coinvolge tutti i sistemi energetici, costringe il nostro corpo a diventare più efficiente sia durante il lavoro che nel recupero.

### 2.3 rischi programmazione HIIT

Non possiamo che soffermarci sui vari rischi che possa portare l'allenamento HIIT soprattutto su un neofita di questo tipo di allenamento.

Abbiamo vari rischi che variano sia da un punto di vista psicologico che di natura fisica in termini di sedentarietà.

Da un punto di vista psicologico, varie situazioni che non gestite in maniera adeguata possono creare situazioni spiacevoli.

I principali sono sicuramente situazioni di stress e ansia, date dall'intensità elevata del programma di allenamento, perchè uno sforzo fisico così intenso ed elevato richiede anche uno sforzo mentale importante.

Per un neofita soprattutto, gestire questi carichi di stress fisico e mentale così elevati possono generare ansia, sia durante, quindi il temere di non superare l'allenamento, il giudizio degli altri, la paura di non essere all'altezza del programma da svolgere, che dopo, come temere di avere male, il battito accelerato e il non riuscire a gestirlo.

In alcuni casi, inoltre, se si eseguerare con frequenza o intensità, si attiva un sovraccarico psicologico legato ad un'attivazione elevata del sistema simpatico, che può tradursi in nervosismo, tensione.

Non solo fatica fisica, ma un allenamento troppo intenso può portare anche a stanchezza mentale, difficoltà di concentrazione, e pigrizia nel fare movimento.

Problemi di natura motivazionale anche, se non si vedono subito i risultati sperati, può venire a mancare la motivazione.

Il "burnout sportivo" è un fenomeno esistente e tangibile più spesso di quanto si pensi.

Quando il corpo non ha il giusto riposo, le persone si sentono frustrate, stanche, esaurite emotivamente.

Allenamenti troppo intensi poi possono portare a disturbi del sonno, perchè l'elevata produzione di cortisolo e adrenalina (ormoni dello stress) possono rendere difficile rilassarsi.

La dipendenza da allenamento poi con questo tipo di allenamento è molto frequente.

La percezione che solo sforzi molto intensi valgano l'allenamento, possono portare a trascurare segnali importanti di burnout o infiammazione.

Questi avvenimenti sono molto frequenti tendenzialmente a causa di coach poco preparati e di conseguenza somministrano questo tipo di allenamento in maniera errata e sconsiderata, oppure soggetti sedentari, o con un livello di allenamento molto basso.

È stato dimostrato però che con le dovute accortezze, l'allenamento HIIT può andare a calmare i disturbi d'ansia.

L'esercizio aerobico (AE) ha dimostrato un effetto generale medio del trattamento nei disturbi d'ansia (AD), ma ci sono prove di una relazione di "intensità-risposta".

L'allenamento a intervalli ad alta intensità (HIIT) era altamente efficace su una serie di parametri di salute (mentale). Tuttavia, finora nessuno studio controllato randomizzato (RCT) ha studiato l'efficacia dell'HIIT nell'AD.

33 pazienti con disturbo d'ansia generalizzato (GAD) sono stati assegnati in modo casuale a HIIT di 12 giorni o a un allenamento di minore intensità (LIT). L'ansia, la depressione comorbida, i sintomi corporei legati allo stress e il controllo percepito sugli stimoli legati all'ansia (PC) sono stati valutati al basale, dopo l'allenamento e 30 giorni dopo il basale utilizzando il Penn State Worry Questionnaire (PSWQ), gli inventari di Hamilton per l'ansia e la depressione (Ham-A, Ham-D), lo screening per i sintomi somatoformi-7 (SOMS-7) e il questionario sul controllo dell'ansia (ACQ-R).

Entrambi gli interventi hanno mostrato effetti moderati o grandi su tutte le misure cliniche. Tuttavia, gli effetti per l'HIIT erano generalmente circa due volte più alti rispetto al LIT. Il PC era correlato negativamente con la gravità del GAD nell'intero campione al basale, ma un'associazione di cambiamenti indotti dall'allenamento nel PC e la preoccupazione era rilevabile esclusivamente nell'HIIT.

L'HIIT era altamente efficace e ad azione rapida nel GAD. Pertanto, può integrare gli approcci di trattamento di prima linea in questa condizione.

#### 2.4 Tipo di programmazioni HIIT

Il rilascio di energia anaerobica (che è un altro aspetto dell'approvvigionamento energetico per risintetizzare l'adenosina trifosfato (ATP) consumato durante l'esercizio, in particolare gli esercizi di intensità da massima a sovramassimale) non era stato quantificato. "deficit di ossigeno accumulato" è definito come la differenza tra la domanda di ossigeno accumulata e l'assorbimento di ossigeno accumulato misurato durante l'esercizio. Questo principio è stato ulteriormente utilizzato per stimare il deficit di ossigeno accumulato durante un esercizio intermittente ad alta intensità dal primo autore del documento originale del 1996 che descrive l'allenamento Tabata (Izumi Tabata), che aveva studiato presso l'Istituto di Fisiologia Muscolare di Oslo, Norvegia, sotto la supervisione del dott. Hermansen e ha imparato il principio direttamente da lui.

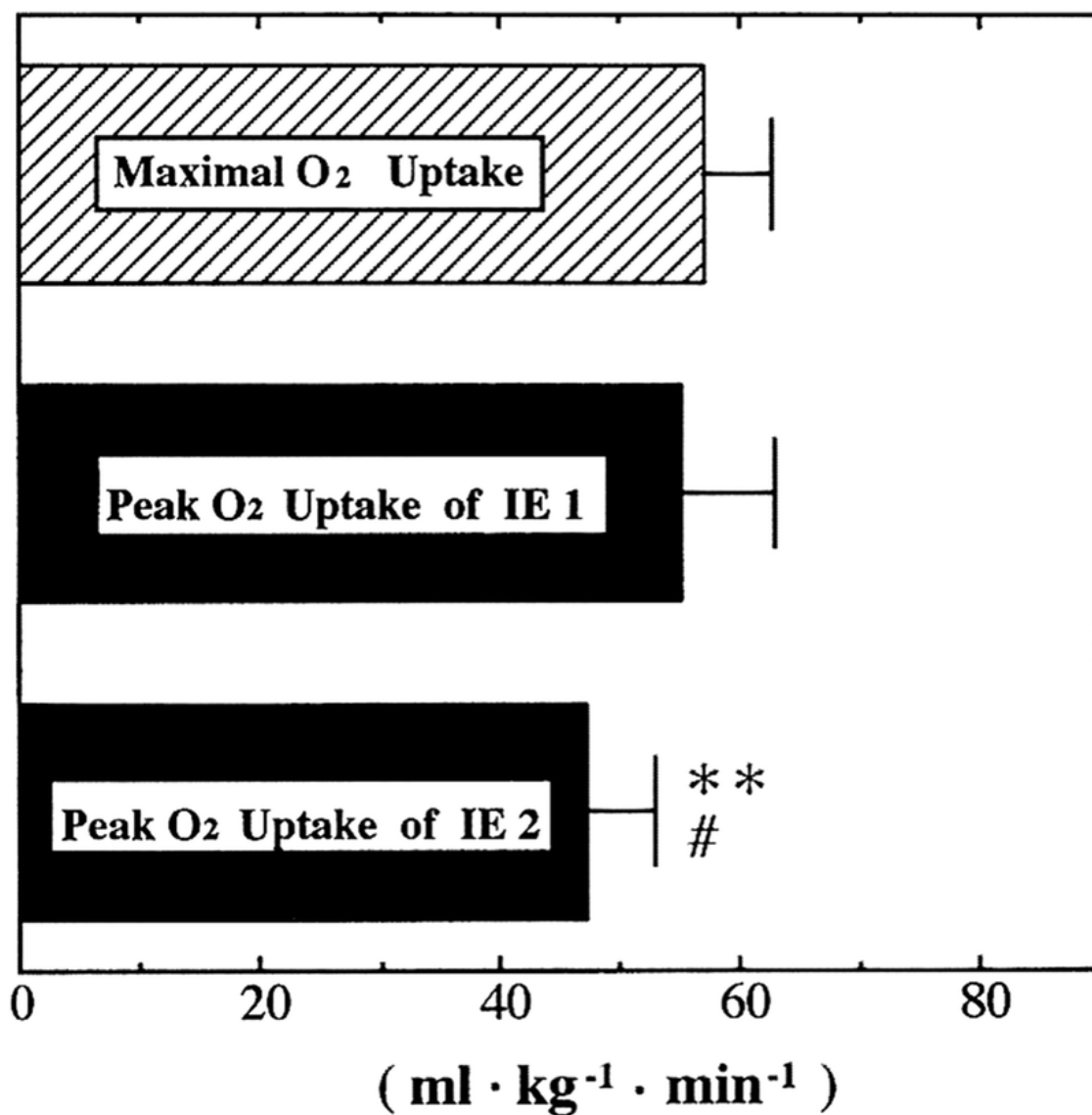
L'allenamento Tabata è definito come allenamento all'intensità che esaurisce i soggetti durante la settima o l'ottava serie di esercizi in bicicletta di 20 s con un riposo di 10 s tra i periodi di esercizio. Questo esercizio/allenamento è stato originariamente sviluppato per l'esercizio in bicicletta. Per quanto riguarda un allenamento di protocollo simile che utilizza altri tipi di esercizio tra cui la corsa e vari esercizi di carico (ad esempio, burpees e salti squat), le prove pubblicate dei loro profili metabolici e degli effetti sia sul VO<sub>2</sub>max che sul deficit massimo di ossigeno accumulato (MAOD) sono insufficienti. In questa recensione, ci concentriamo quindi sull'allenamento Tabata, definito come allenamento in bicicletta con l'intensità che esaurisce i soggetti durante sette o otto serie di esercizi in bicicletta di 20 s con un riposo di 10 s.

L'allenamento di Tabata è stato considerato uno dei metodi di allenamento "a intervalli o intermittenti" (HIIT) ad alta intensità, che sono variati considerevolmente in termini di caratteristiche dell'esercizio, cioè la modalità di esercizio, l'intensità e le durate dell'esercizio e del riposo. Weston et al. hanno definito l'HIIT come uno sforzo "quasi massimo" (in altre parole, "submassimale") generalmente eseguito a un'intensità che suscita > 80% (spesso 85-95%) della frequenza cardiaca massima [16]. Thompson ha suggerito una definizione più ampia di HIIT in cui l'HIIT comporta tipicamente brevi raffiche di esercizio ad alta intensità seguite da un breve periodo di riposo o recupero e in genere richiede < 30 minuti per essere eseguita [17].

Al contrario, l'allenamento a intervalli di sprint (SIT) è caratterizzato da sforzi eseguiti a intensità uguali o superiori al ritmo che susciterebbe un VO<sub>2</sub>peak, compresi gli sforzi "all-out" o "supramassimali" [16]. La parola "sprint" implica muoversi il più velocemente possibile dall'inizio di un esercizio [18], con un eventuale declino della velocità e/o un'interruzione dell'esercizio. Al contrario, nel protocollo di allenamento Tabata originale e autentico, l'intensità dell'esercizio è costante (cioè il 170% VO<sub>2</sub>max) dalla prima all'ultima sessione dell'esercizio. L'uso della parola "sprint" per descrivere l'esercizio di allenamento Tabata non è quindi accurato.

Nella fisiologia dell'esercizio, l'intensità di un esercizio specifico è stata definita rispetto al VO<sub>2</sub>max come "submassimale", "massimale" e "supramassimale" quando la domanda di ossigeno è inferiore, uguale e maggiore del VO<sub>2</sub>max, rispettivamente. Poiché la domanda di ossigeno per l'allenamento Tabata è superiore al VO<sub>2</sub>max (cioè il 170% di VO<sub>2</sub>max), l'allenamento Tabata originale è "allenamento intermittente di

intensità supermassimale". In termini di rapporto esercizio:recupero, l'allenamento Tabata è diverso da altri SIT, poiché Sloth hanno definito SIT come un protocollo che include la durata degli attacchi: 10-60 s, intensità: massima, "all-out", volume:  $\geq 12$  ripetizioni, recupero:  $\geq 5$  volte la durata del lavoro, e Gist et al. [20] lo hanno definito come intensità: "all-out", "supramassimale", "massimale" o " $\geq VO_{2max}$ ", rapporto SIT:riposo di 30-s:4 minuti (intervallo di riposo di 3-5 minuti). L'allenamento Tabata non è quindi SIT in termini di terminologia classica di SIT.

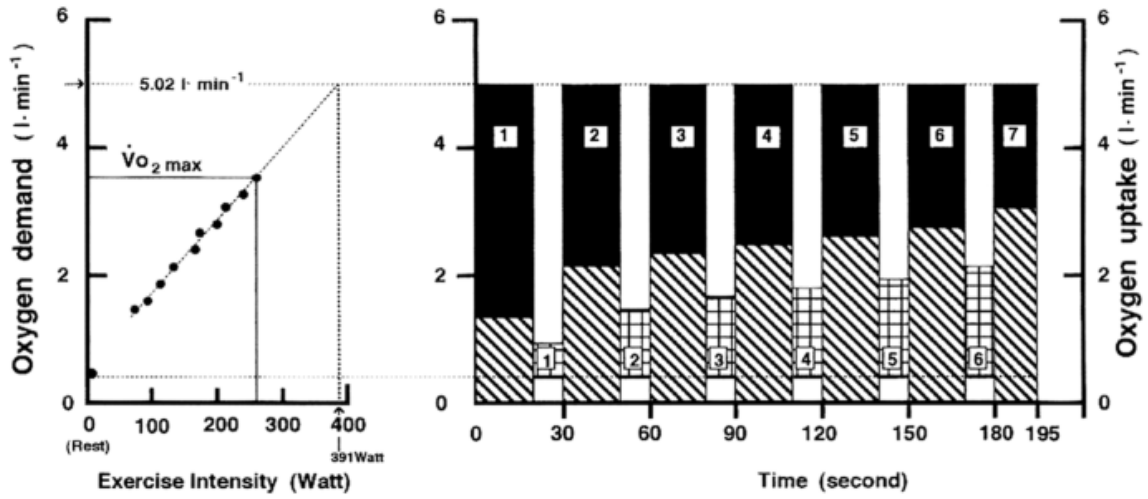


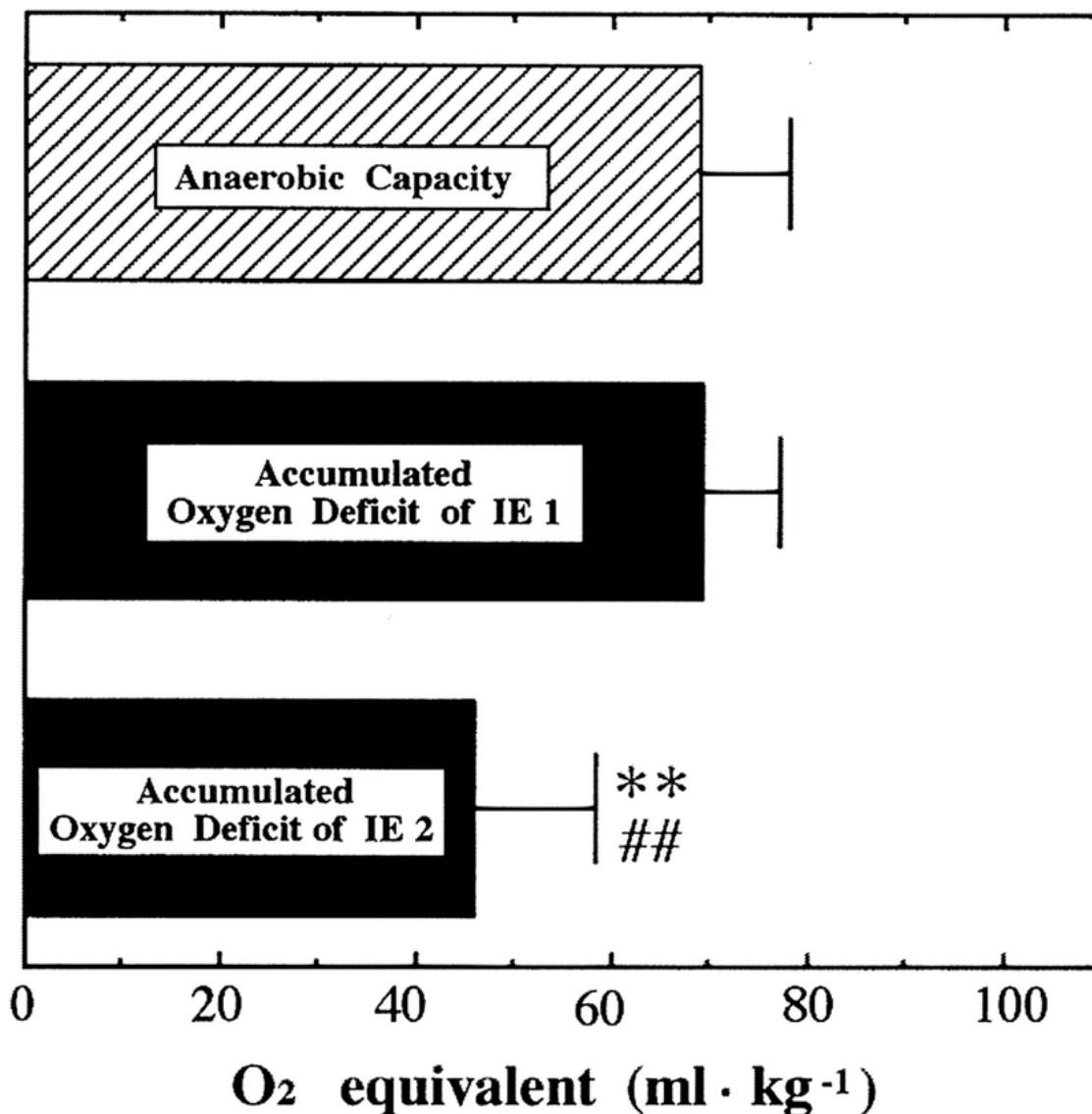
O<sub>2</sub> deficit during exercise  
 = O<sub>2</sub> demand at exercise - O<sub>2</sub> uptake during exercise (▨)

EPOC ( Excess post - exercise O<sub>2</sub> consumption )  
 = O<sub>2</sub> uptake during rest - O<sub>2</sub> demand at rest (□)

Accumulated O<sub>2</sub> deficit ( l )

$$= \sum_{n=1}^7 \text{O}_2 \text{ deficit during exercise ( } \blacksquare \text{ )} - \sum_{n=1}^6 \text{EPOC ( } \square \text{ )}$$





### Capitolo 3

#### 3.1 Gli obiettivi

Con l'avanzamento dell'età, l'organismo umano va incontro a una serie di cambiamenti fisiologici che coinvolgono sia il sistema muscolo scheletrico sia quello cardiovascolare e metabolico.

A partire dai 50 anni si osserva una graduale riduzione della massa magra, un aumento del tessuto adiposo viscerale, e una diminuzione del vo<sub>2</sub>maxe un rallentamento del metabolismo basale.

Negli anni, diversi studi hanno evinziato come l'allenamento ad alta intensità e intervallato rappresenti una metodologia efficace anche per la popolazione adulta ed

anziana, grazie alla sua funzione di migliorare le sue capacità cardiovascolari in breve termine

L'obiettivo principale di questo studio e l'applicazione del protocollo HIIT negli over 50 è quello di promuovere un miglioramento della salute globale e della performance funzionale, attraverso stimoli fisiologici intensi ma controllati.

In particolare, gli obiettivi sono:

Migliorare le capacità aerobiche (primo obiettivo)

Potenziare la funzionalità cardiovascolari, aumentando la capacità di pompaggio del cuore

Stimolare il metabolismo lipidico e glucidico

Ridurre il rischio di patologie metaboliche e cardiovascolari

Preservare o incrementare la massa muscolare e la forza funzionale.

Oltre le finalità generali, l'allenamento HIIT si propone di raggiungere degli obiettivi misurabili nella vita di tutti i giorni e migliorare la qualità della vita.

Gli obiettivi che andremo a cercare sono monitorabili sia durante che dopo il periodo di allenamento:

Come l'incremento delle capacità cardiorespiratorie, aumentando il consumo di ossigeno massimo, migliorare la soglia anaerobica, ridurre la frequenza cardiaca a riposo.

Migliorare il profilo metabolico, come migliorare il rapporto HDL/LDL

Adattamenti neuromuscolari, come l'incremento della forza

Adattamenti corporei, riduzione della massa grassa.

### 3.2: Protocollo HIIT negli over50 e analisi dati

Quando parliamo di programmazione parliamo del processo con cui si organizzano in maniera sistematica le variabili di lavoro.

Non parliamo di semplici sedute di allenamento che saranno fini a se stesse, ma parliamo proprio di micro e macrocicli che andremo a svolgere in maniera organizzata con il fine di andare a migliorare tutte le caratteristiche fisiologiche.

Ovviamente andremo a tenere conto di tutte le caratteristiche individuali dei soggetti presi in esame (altezza, peso, sedentarietà, patologie pregresse) in modo da dare un programma di allenamento quanto più personale possibile.

Nel caso in esame, lo studio è stato fatto per gli over50, con un grado di allenamento medio basso, in modo da andare a guardare in maniera ottimale le caratteristiche allenanti dell'allenamento HIIT.

L'allenamento vuole andare a sviluppare quanto più la capacità cardio vascolare, il VO2MAX, e il recupero fisico in sede di allenamento e post.

Andremo a monitorare anche livelli di colesterolo e di pressione arteriosa.

La struttura dello studio si basa sui principi della metodologia HIIT nello specifico del Tabata training, con progressivo aumento di carico e di volume di allenamento.

Ovviamente lo studio proposto è stato adattato alle caratteristiche dei soggetti presi in esame.

Il piano prevede 5 mesi di allenamento diviso in macrocicli, si svolgeranno 4 settimane di avvicinamento e condizionamento in modo da andare a testare i soggetti da adattati a questo tipo di allenamento.

Verrà svolto con qualche esercizio con sovraccarichi da attivare in maniera corretta il sistema nervoso, dopo di che si andrà a svolgere il Tabata che potrà essere proposto sia con che senza l'ausilio di sovraccarichi.

Day 1	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	rest
stacco	3x3	3x3	3x5	3x5	120'

military	3x3	3x3	3x5	3x5	120'
rematore	3x5	3x5	3x6	3x6	120'
Tabata	x1	x2	x2	x3	90'

Day 2	Week 1	Week 2	week3	Week 4	Rest
Goblet squat	3x3	3x3	3x5	3x5	120'
Floor press	3x3	3x3	3x5	3x5	120'
Seal row	3x3	3x5	3x6	3x6	120'
Tabata	x1	x2	x2	x3	90'

Nelle prime 4 settimane di avvicinamento andremo a proporre esercizi multiarticolari come stacco o squat in maniera facilitata e che ci permettano di condizionare al meglio il nostro organismo e che attivino il sistema nervoso in maniera tale che da essere attivi sia da un punto di vista articolare che nervoso per il tabata, non che il focus nel nostro allenamento.

Tendenzialmente andremo a svolgere esercizi con un basso volume sia di serie che di ripetizioni, avendo solo la funzione di attivazione.

I tabata verranno svolti in maniera esclusivamente di avvicinamento e di adattamento, infatti avremo un recupero quasi totale con 90' di recupero tra uno e l'altro.

Già in questa prima fase di adattamento si intravedono i primi adattamenti.

La maggior parte dei soggetti gestisce molto meglio il carico di lavoro sapendo già al grado di fatica a cui vanno incontro.

Day 1	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Rest
stacco	2x5	2x5	3x5	3x5	90'
Military	2x5	2x5	3x5	3x5	90'
Rematore 1 arm	2x6	2x6	2x6	3x6	90'
Tabata	x2	x2	x2	x2	90'

Day 2	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Rest
Squat	2x5	2x5	3x5	3x5	90'
Panca	2x5	2x5	3x5	3x5	90'
Seal row	2x6	2x6	3x6	3x6	90
Tabata	x2	x2	x2	x2	90'

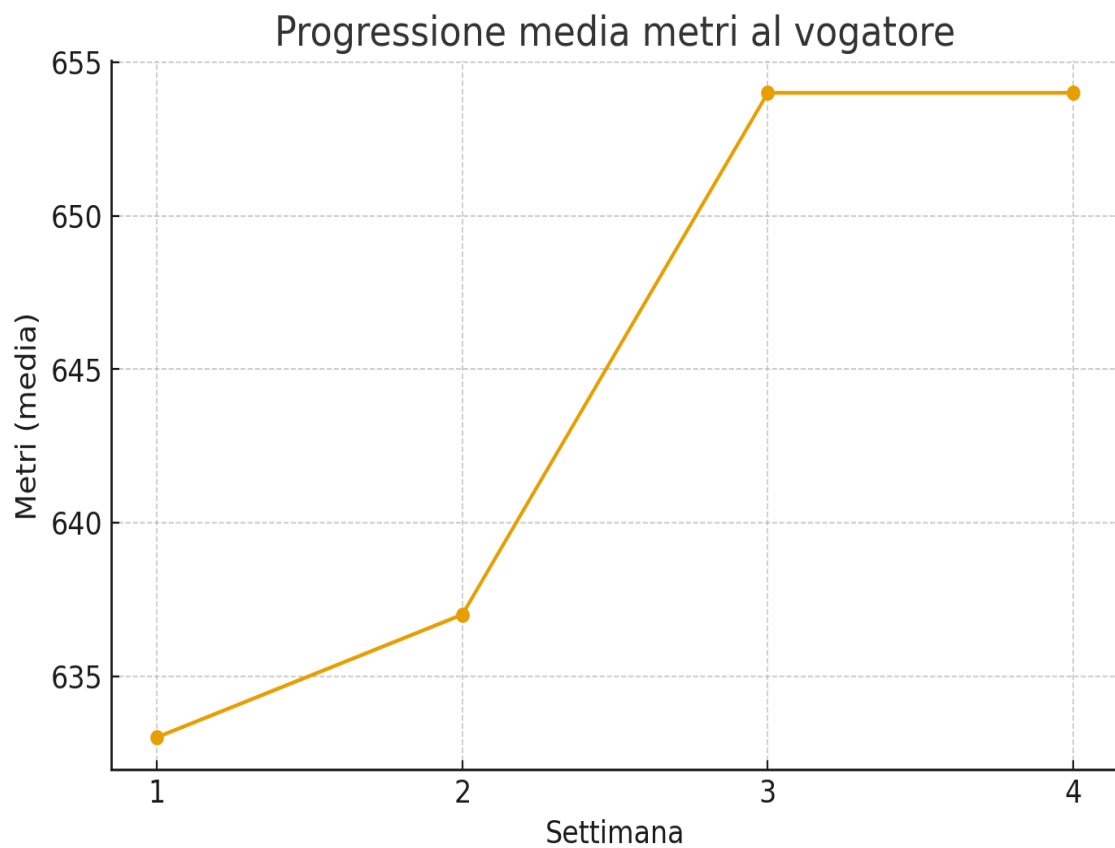
Day 3	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Rest
Stacco rumeno	3x5	3x5	3x5	3x5	
Floor press	3x5	3x5	3x5	3x5	
Pull up con elastico	2x3/5	2x3/5	3x3/5	3x3/5	
Tabata	x2	x2	x2	x2	60'

Nel primo vero macrociclo andremo a svolgere 3 sedute di allenamento a settimana andando sempre a svolgere esercizi contro resistenza per avere una maggiore attivazione neuromuscolare e di conseguenza una maggior resa nell'esercizio ad intervalli.

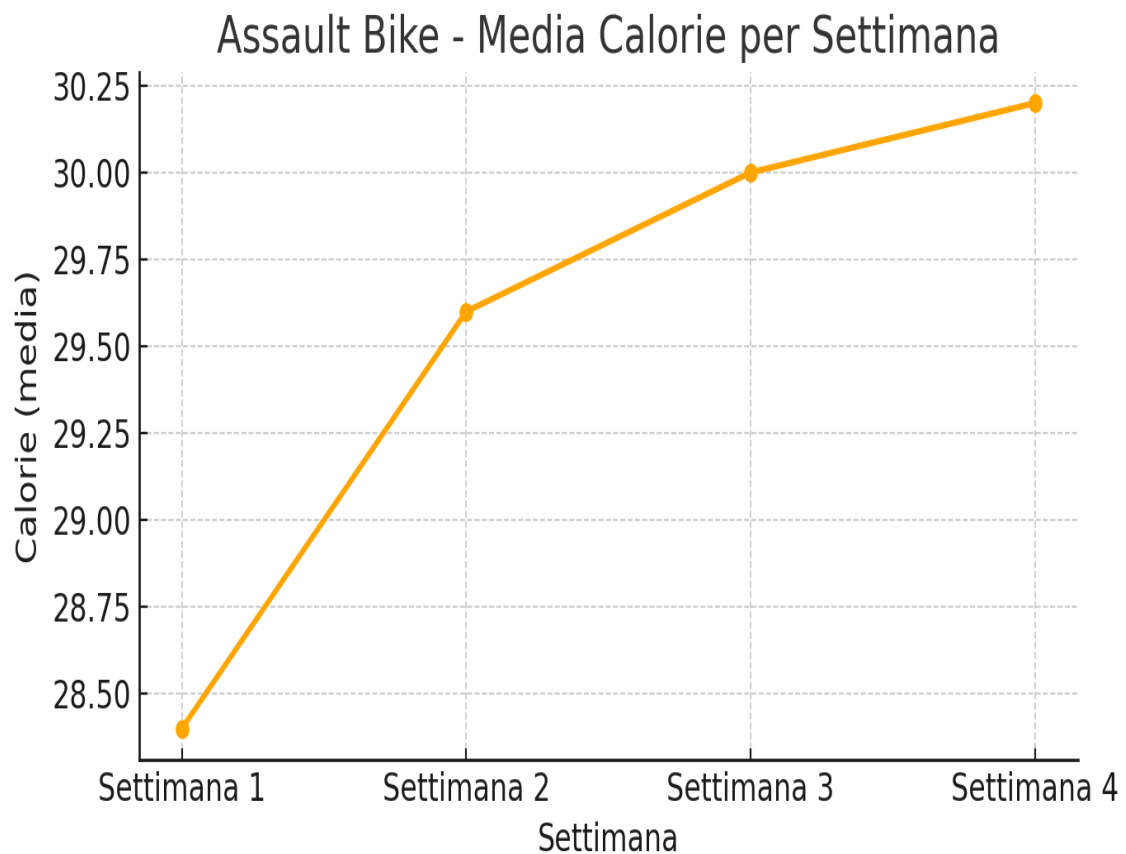
In questo macrociclo aumenteremo in maniera importante il carico di lavoro con appunto 3 sedute anzichè 2.

Onde evitare una stato di stanchezza importante e per evitare di compromettere lo studio, l'ultimo giorno di programmazione si sono andati ad eseguire esercizi contro resistenza molto più semplici dei precedenti giorni, questo per eviatore stati di stanchezza eccessivi durante l'allenamento ad intervalli.

Nel programma di allenamento di attivazione neuromuscolare siamo andati ad inserire l'esercizio in tirata per avere una maggiore attivazione sull'esercizio proposto all'interno della seduta (vogliatore e ski erg sono entrambi due tirate da svolgere).



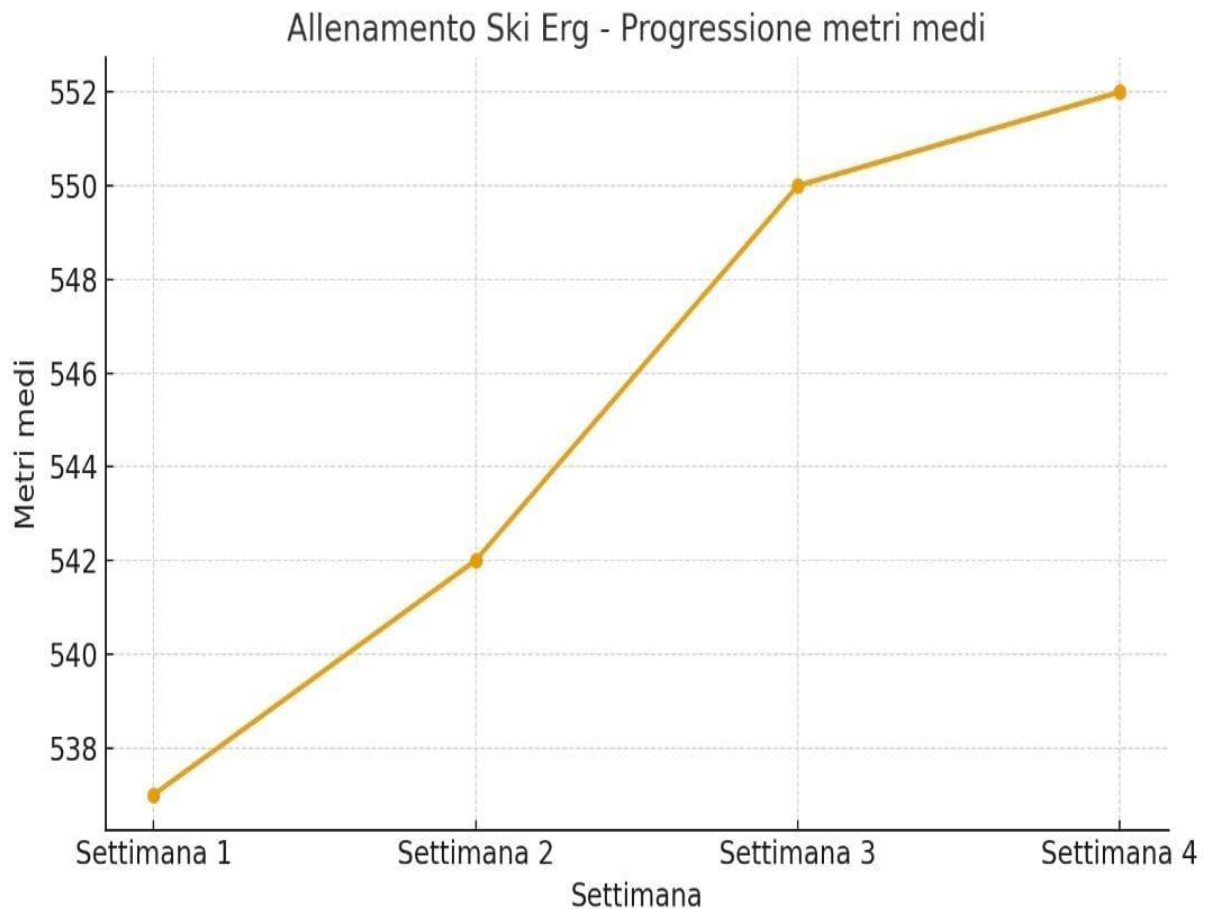
Come possiamo notare dal grafico, le prime due settimane abbiamo avuto un incremento minimo per quanto riguarda il vogatore, ma dalla terza e quarta settimana possiamo notare un netto miglioramento dei metri compiuti in un singola seduta di tabata.



In un esercizio come l'assault bike dove a livello fisico inficia molto di più, sia di fiato che a livello muscolare, notiamo anche qui un miglioramento in termini di calorie fatte in un singolo tabata, ma possiamo notare come i risultati siano minimi.

Nella prima settimana si passa da 28.4 calorie a 29.6, certo un miglioramento netto ma se lo mettiamo in confronto al vogatore, esercizio sicuramente più facile in termini fisici, notiamo che l'andamento è sicuramente più lento.

Questo perchè assault bike è estremamente tassante da un punto di vista fisico.



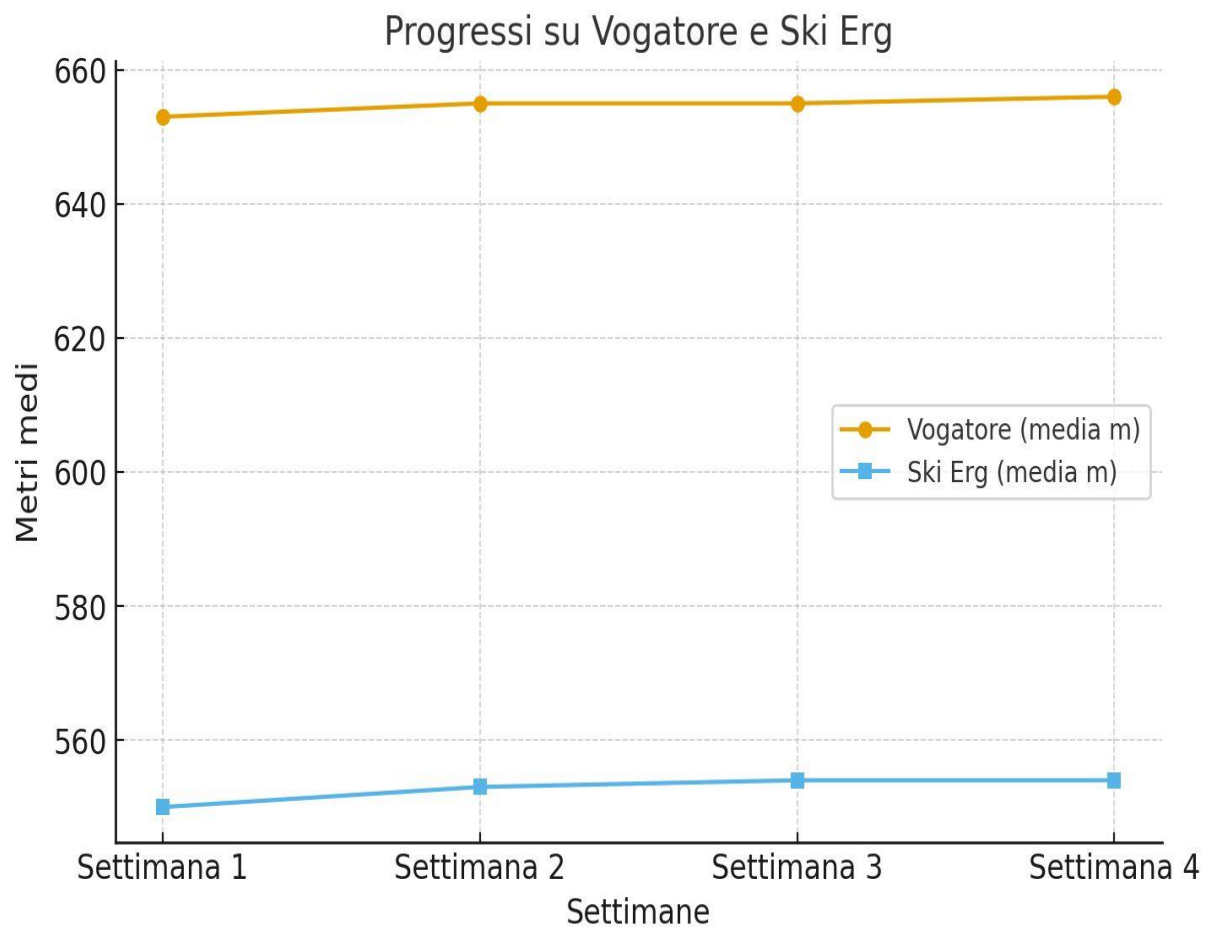
Per quanto riguarda il terzo elemento notiamo, come sul vogatore, che anche qua abbiamo avuto un netto miglioramento cavallo della settimana 2/3.

Dopo questo macrociclo abbiamo svolto 1 settimana di scarico e dopo di ch  abbiamo svolto dei test sui 500m di vogatore e sullo ski mentre abbiamo svolto sull'assault bike test sulle 40 cal (equivalenza dei 500m di vogatore e ski).

Dopo la settimana di test abbiamo svolto un altro macrociclo pressoch  identico al primo in termini di esercizi intensit  e recuperi.

Abbiamo sempre svolto esercizi contro resistenza per attivare il sistema nervoso in maniera ottimale mantenendo lo stesso volume e carico di allenamento.

Non abbiamo aumento i parametri perch  lo scopo dello studio no era analizzare l'andamento in termini di forza, ma il focus erano i circuiti HIIT.



Possiamo notare in queste 4 settimane come in termini di metri espressi abbiamo avuto uno stallo importante, solo qualche metro in più ogni settimana.

Questo era prevedibile in termini di risultati.

Il primo ciclo era la novità, soprattutto in tanti soggetti dove non era quasi mai stato fatto un lavoro del genere, dopo l'adattamento, abbiamo avuto un importante incremento di performance.

Andando ad osservare i dati dell'ultimo grafico possiamo notare sì lo stallo in termine di tempo, ma possiamo notare come dal primo ciclo siano cambiati molto i metri percorsi in un singolo tabata.

Siamo passati da una media della prima settimana di 618 m ad un massimo di 660 metri.

Più di 40 metri in più di media sul vogatore sono un incremento veramente notevole.

Day 1/2/3	Week 1	week2	Week 3	Week 4	rest
Stacco/squat/stacco rumeno	3x6	3x6	3x6	3x6	
Military/panca/floor press	3x5	3x5	3x5	3x5	
Tabata	x3	x3	x3	x3	90'

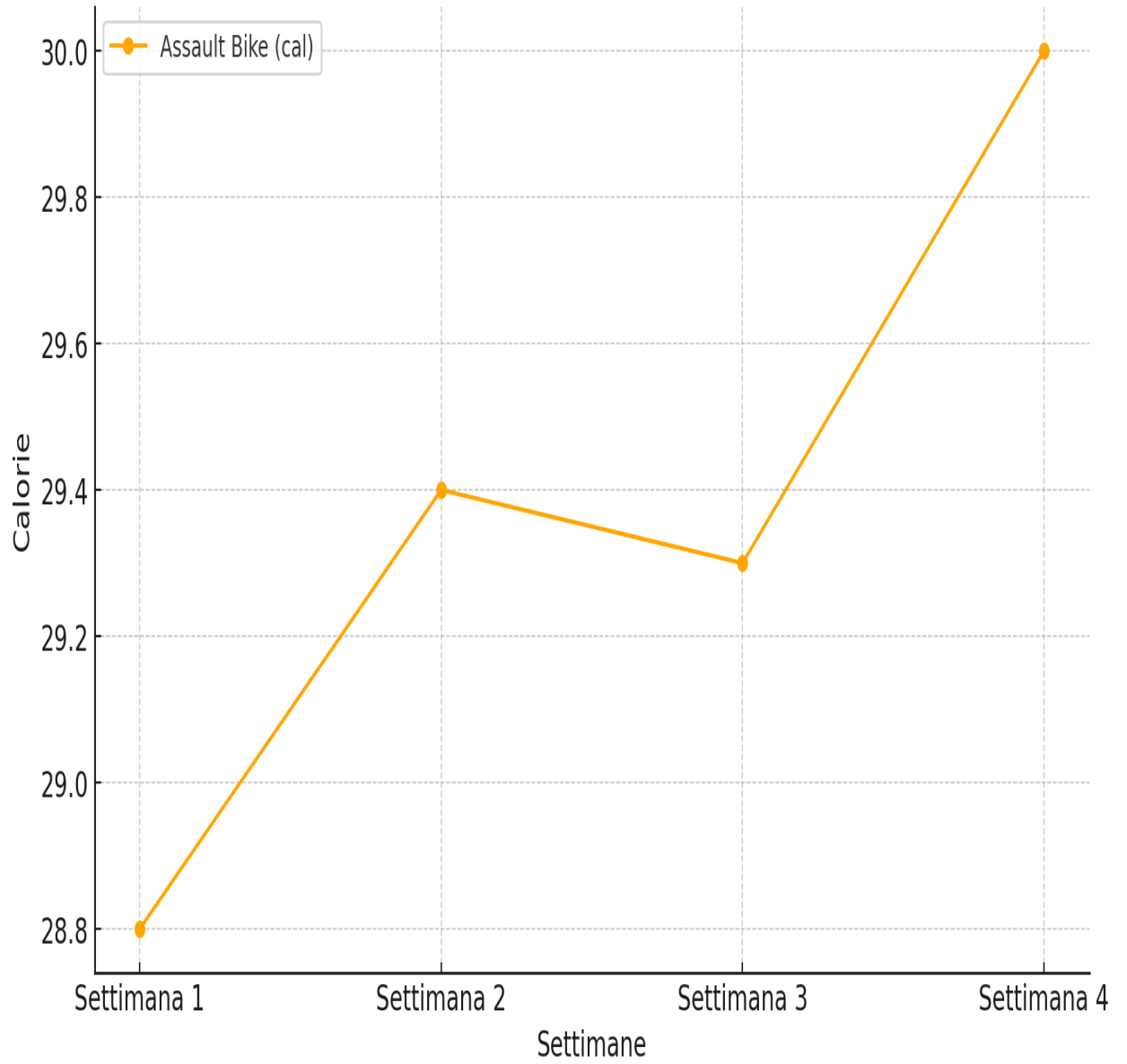
In questo ciclo abbiamo sempre mantenuto lo stesso iter di esercizi di attivazione ma abbiamo aumentato il numero di Tabata somministrato per seduta.

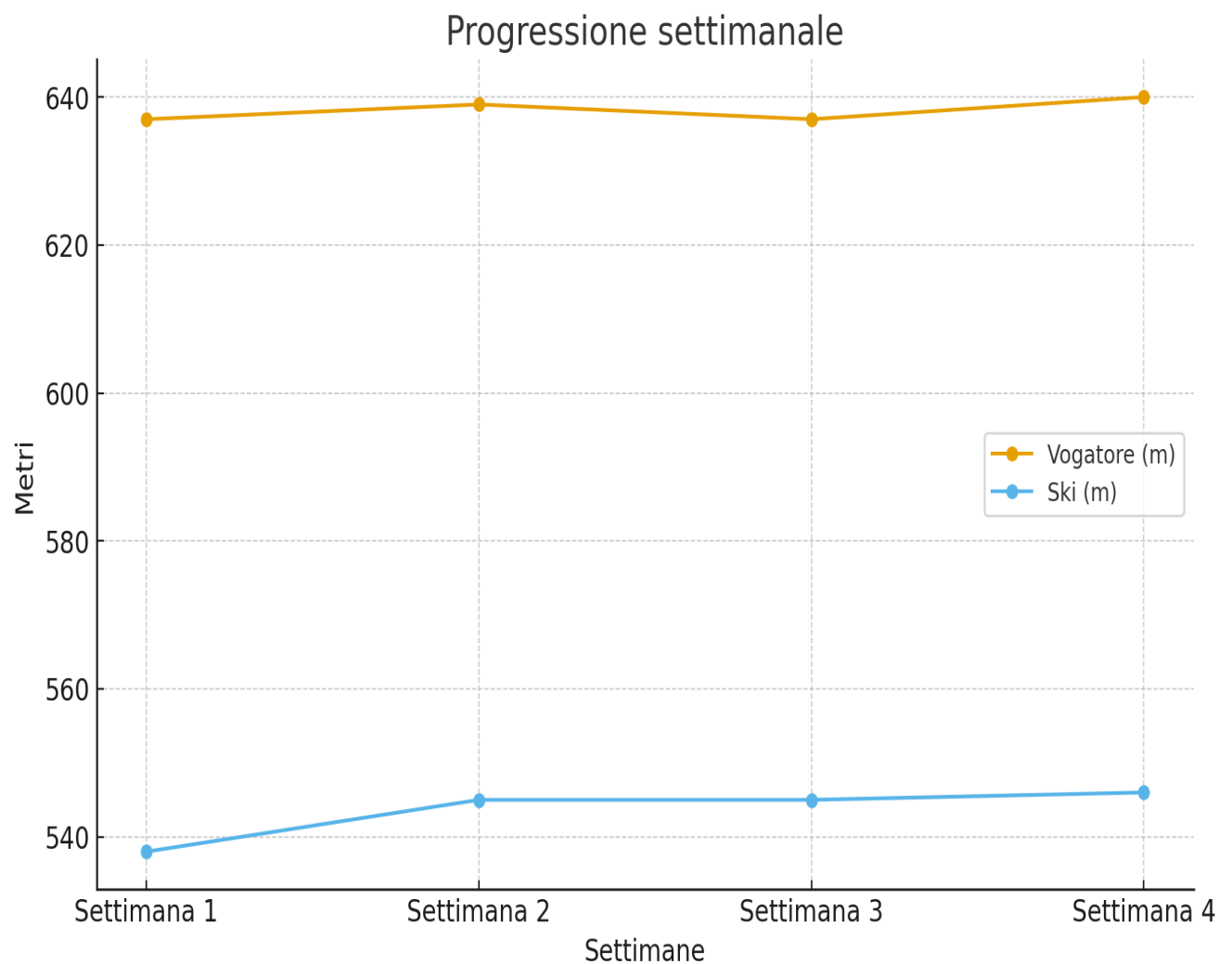
Qua andremo a cercare di stimolare ancora di più le capacità cardiorespiratorie e di VO2MAX dei nostri soggetti e la loro capacità di recupero.

Possiamo cercare di aumentare in questo frangente perché i nostri soggetti sono estremamente condizionati da 2 cicli pieni.

Di conseguenza sono adeguatamente condizionati alla fatica proposta nella seduta.

## Progressione settimanale - Assault Bike





in questo macrociclo abbiamo avuto una costanza importante in termini di metri percorsi sia su ski e vogatore e in termini di calorie sull'assault bike.

Nella terza settimana si può notare però una leggera flessione in termini di metri e calorie.

Infatti nella quarta settimana abbiamo deciso di revisionare le tabelle e diminuire il volume precedente all'allenamento HIIT.

Infatti notiamo una risalita della curva in termini di metri e di calorie nella quarta settimana.

Con l'andare delle settimane e delle sedute era prevedibile un minimo di "over" ma tenendo e monitorando costante gli allenamenti abbiamo potuto ritardare i volumi di allenamento.

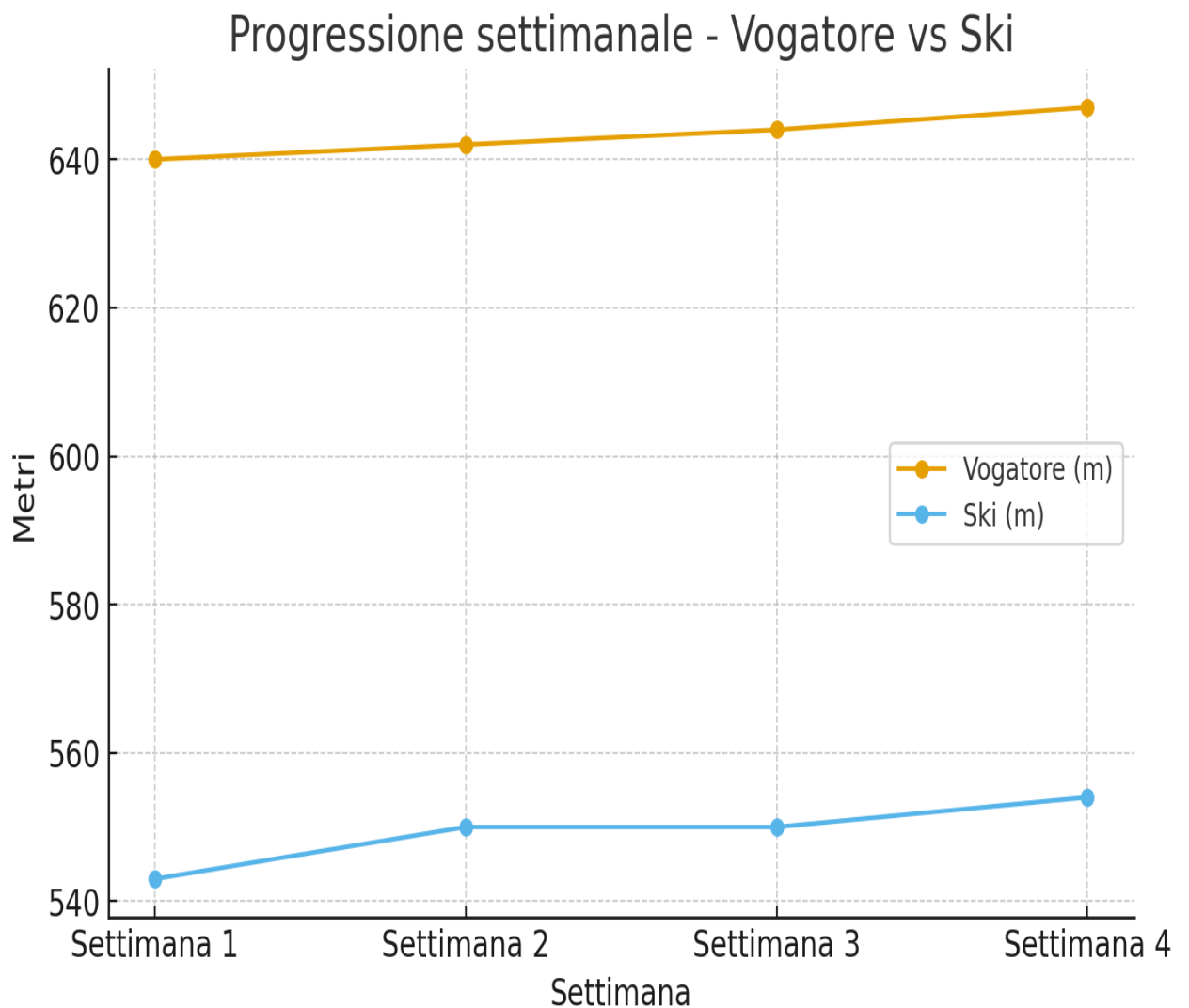
Dopo questo ciclo andremo a scaricare nuovamente con una settimana di scarico sia di volumi che d'intensità.

Andremo a svolgere i classici test sui 500 m su vogatore e ski e sulle 30 cal di assault bike andando a monitorare i risultati.

Dopo di chè andremo ad affrontare l'ultimo blocco di programmazione.

Andremo a svolgere lo stesso tipo di programmazione in termini di carico pre HIIT per l'attivazione del sistema nervoso.

Non andremo ad aumentare il carico in questa programmazione vista la flessione avuta nella terza settimana del blocco scorso, e onde evitare una situazione simile, manterremo lo stesso carico di allenamento anche nell'HIIT.

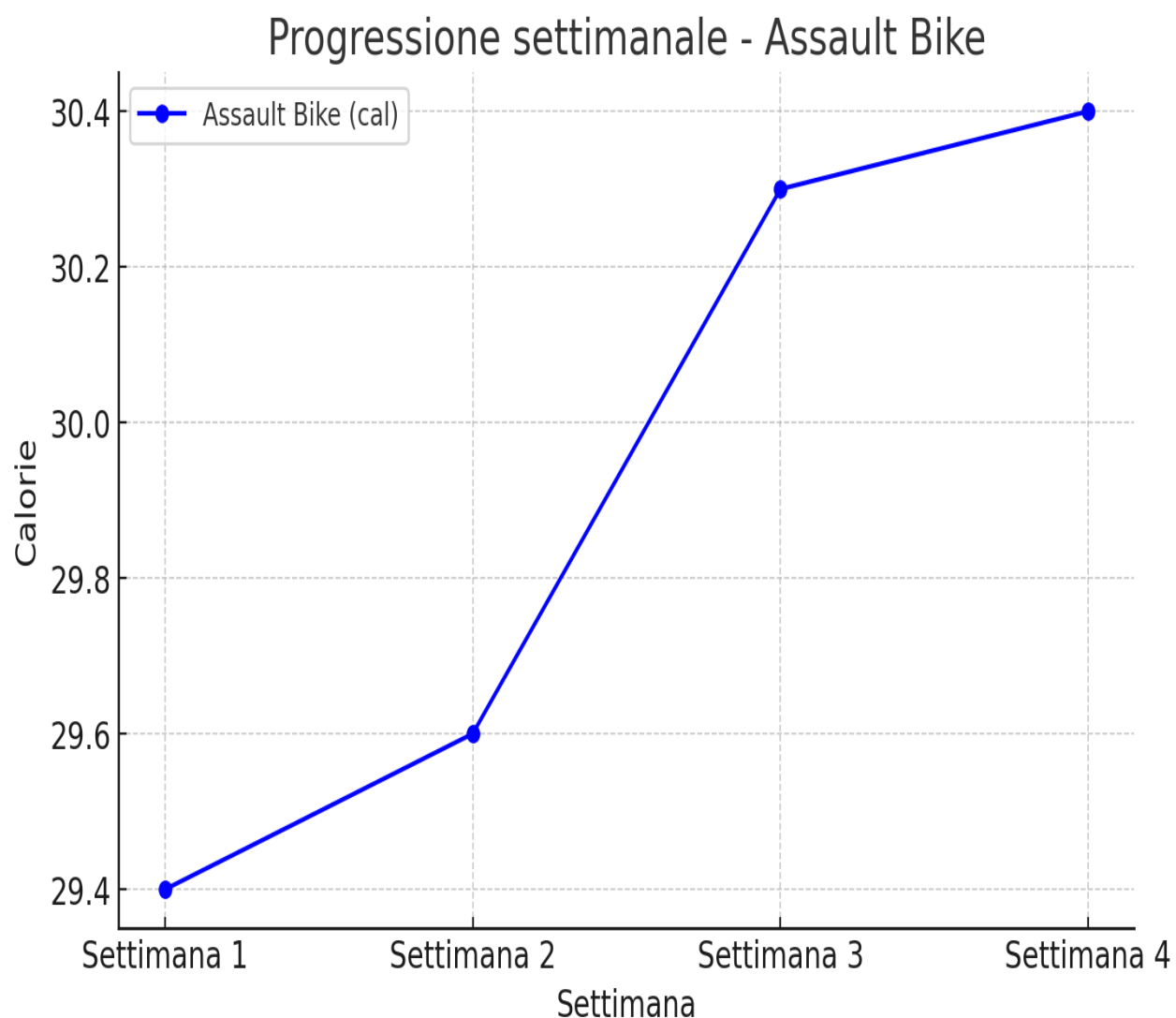


Abbiamo avuto in quest'ultimo blocco un netto miglioramento sia su ski che vogatore.

Notiamo come anche se minimi ma ogni settimana abbiamo avuto un miglioramento, e come possiamo notare in questo caso non abbiamo mai avuto una flessione come nello scorso blocco.

Possiamo notare nella seconda settimana come sullo ski abbiamo avuto un miglioramento medio di circa 11m.

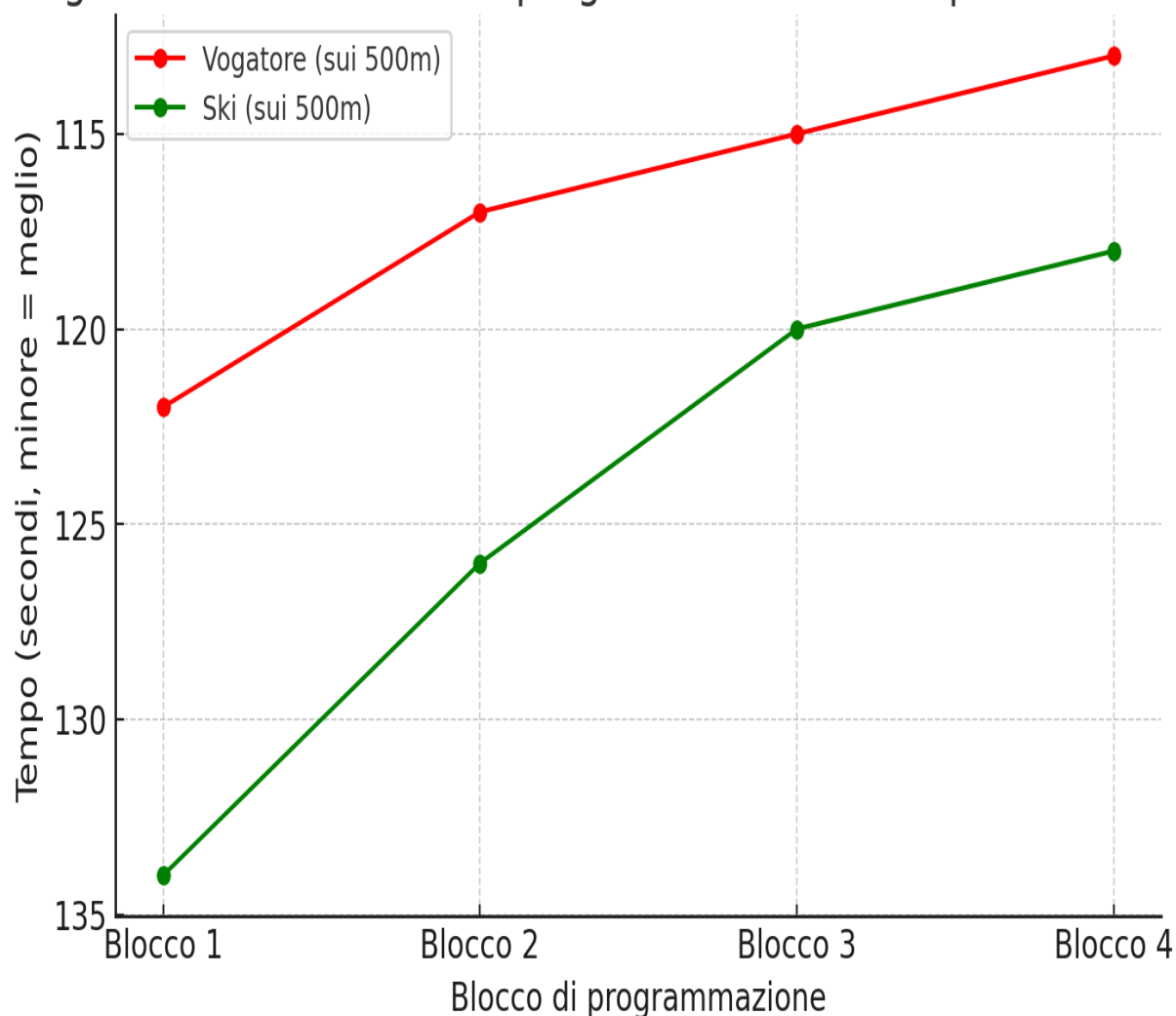
Un valore che ci testimonia anche il fatto di come un attrezzo "ATIPICO" come lo ski, venga dettato molto dalla tecnica e dalla familiarità con l'attrezzo.



Anche sull'assault bike abbiamo avuto netto miglioramento in questo ultimo blocco.

Ormai tutti riuscivano praticamente ad arrivare a 30cal e nell'ultima settimana quasi tutti sono riusciti a superarle abbastanza agevolmente.

## Progressione nei blocchi di programmazione - Tempi medi sui 500m



Possiamo notare il miglioramento netto alla fine di ogni blocco di programmazione sui vari test da 500m sia su vogatore che su skieg.

Sapendo bene che nel primo blocco il test era una novità quindi sapevamo di non poterci aspettare risultati eclatanti a meno di qualche caso che aveva però già usato in passato sia vogatore che ski.

Come possiamo vedere però, sia la familiarità con l'attrezzo, sia i miglioramenti in termini di esercizi cardio, che di condizionamento generale di forza, hanno permesso di poter ottenere grandi miglioramenti su questo tipo di test.

### 3.3: Soggetti presi in esame

Lo studio ha coinvolto un campione di 15 soggetti tutti over 50, selezionati per con l'intento di valutare gli effetti di un protocollo HIIT (high intensity intervall training), sulla capacità aerobica, sulla ricomposizione corporea che poteva avere su di loro, e aspetti metabolici quali il recupero migliore tra una serie e l'altra durante la seduta di pesi.

Il gruppo era composto da 15 uomini di età media  $54,6 \pm 3,3$  anni.

Tutti i soggetti erano già attivi in palestra ma la condizione più importante è che non svolgessero alcun tipo di allenamento aerobico.

Sono stati candidabili soggetti di età compresa tra 51-65 anni, con certificato medico idoneo, senza alcun tipo di patologia cardiovascolare o che non avessero nessun tipo di controindicazione sull'allenamento ad alta intensità.

Abbiamo escluso soggetti che facevano uso di farmaci che potessero alterare la frequenza cardiaca e l'ipertensione non trattata.

I soggetti sono stati reclutati tramite i due studi dove lavoravo, in modo da poterli testare quotidianamente o come che potessero essere sotto la supervisione di miei colleghi.

## Conclusioni

L'elaborato ha avuto come obiettivo di analizzare gli effetti dell'allenamento ad alta intensità intervallata (HIIT) nella popolazione over 50, con particolare attenzione agli adattamenti cardiovascolari, metabolici e funzionali che ne derivano.

L'invecchiamento comporta un naturale declino delle capacità fisiche e della funzionalità organica, la riduzione della massa muscolare, l'aumento della massa grassa e la perdita di efficienza cardiovascolare, rappresentano fenomeni fisiologici che se non contrastati, portano ad un peggioramento progressivo della qualità della vita.

In questo contesto, l'attività fisica strutturata assume un ruolo determinante nella prevenzione e nel mantenimento dello stato di salute.

I risultati ottenuti all'interno dello studio, attraverso l'applicazione pratica del protocollo sperimentale, confermando che l'allenamento HIIT rappresenta un mezzo efficace, sicuro e sostenibile anche per soggetti over50.

In particolare dopo un periodo già di 12 settimane si possono osservare significativi miglioramenti della capacità cardiorespiratoria (VO2MAX), una riduzione della frequenza cardiaca a riposo, miglioramento della composizione corporea (massa grassa).

Un altro aspetto importante che ho potuto appurare durante lo studio, è la maggior risposta motivazionale dei partecipanti rispetto all'allenamento tradizionale continuo.

L'HIIT, infatti, grazie alla sua varietà di stimoli e alla breve durata dello stimolo ad alta intensità, risulta più facilmente accettato e mantenuto nel tempo.

Questo allenamento lo rende una metodologia di allenamento molto più sostenibile e promettente per favorire l'aderenza a lungo termine all'attività fisica nella popolazione over.

Dal punto di vista fisiologico, gli adattamenti indotti dall'allenamento ad alta intensità si sono tradotti in miglioramenti per lo più cardiorespiratori e del metabolismo ossidativo, li possiamo notare soprattutto con un incremento delle capacità di utilizzare l'ossigeno e di gestire meglio i carichi di lavoro, soprattutto nei tempi di recupero durante l'allenamento.

Tuttavia, è necessario sottolineare che l'allenamento HIIT richiede una corretta individualizzazione, soprattutto nei soggetti non allenanti e con patologie pregresse.

L'intensità durante le sedute deve essere calibrata con attenzione, e l'incremento del carico deve avvenire in maniera graduale, costante e previa valutazione medica.

In prospettiva, l'inclusione di protocolli HIIT nei programmi di esercizio per soggetti over 50 potrebbe essere una metodologia molto intelligente e rappresentare una strategia chiave nella prevenzione e nella riabilitazione, utile a contrastare gli effetti dell'invecchiamento e a promuovere un invecchiamento funzionale e attivo.

Per quello che rappresenta il futuro, sarebbe interessante ampliare il campione di studio, pensare di applicare anche altre metodologie di allenamento HIIT come Gibalda o

Timmons, e andare a valutare anche variabili diverse come quelle psicologiche e cognitive.

Concludendo, possiamo affermare che, l'allenamento HIIT, se correttamente pensato e adattato alla qualità individuali, rappresenta una metodologia modern, efficiente e scientificamente provata per migliorare la salute, la qualità della vita, e la longevità nella popolazione over 50.

#### Bibliografia:

- -Walking, running and the evolution of the short toes in humans. C. Rolian, D. Lieberman, J. Hamill, JW. Scott and W. Werbell. *J Exp Biol* 212,713-721. March 1, 2009.
- Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements. Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1098– 105.
- The cortisol response to exercise in young adults. Budde H, Machado S, Ribeiro P, Wegner M. *Front Behav Neurosci.* 2015 Feb 3; 9:13.
- Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, Tjønnå AE, Helgerud J, Slørdahl SA, Lee SJ, Videm V, Bye A, Smith GL, Najjar SM, Ellingsen Ø & Skjaerpe T (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 115, 3086–3094.
- Bartlett JD, Chiudi GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. La corsa a intervalli ad alta intensità è percepita come più piacevole dell'esercizio continuo a intensità moderata: implicazioni per l'aderenza all'esercizio. *J Sport Sci.* 2011;29:547–553.
- Benton CR, Nickerson JG, Lally J, Han XX, Holloway GP, Glatz JF, Luiken JJ, Graham TE, Heikkila JJ, Bonen A. La modesta sovraespressione di PGC-1 $\alpha$  nel muscolo in vivo è sufficiente per aumentare la sensibilità all'insulina e l'ossidazione del palmitato nei mitocondri subsarcolemmali, non intermiofibrillari. *J Biol Chem.* 2008;283:4228–4240.

- Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Adattamenti metabolici simili durante l'esercizio dopo l'intervallo di sprint a basso volume e l'allenamento di resistenza tradizionale negli esseri umani. *J Fisiol.* 2008;586:151–160.
- Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Sei sessioni di allenamento a intervalli di sprint aumentano il potenziale ossidativo muscolare e la capacità di resistenza del ciclo negli esseri umani. *J Appl Physiol.* 2005;98:1985–1990. doi: 10.1152/jappphysiol.01095.2004.
- Chen Z-P, McConell GK, Michell BJ, Snow RJ, Canny BJ, Kemp BE. Segnalazione AMPK nella contrazione del muscolo scheletrico umano: acetil-CoA carbossilasi e fosforilazione NO sintasi. *Sono J Fisiol Endocrinolo Metab.* 2000;279:E1202–E1206. doi: 10.1152/ajpendo.2000.279.5. E1202
- Clark SA, Chen ZP, Murphy KT, Aughey RJ, McKenna MJ, Kemp BE, Hawley JA. L'allenamento intensificato non altera la segnalazione AMPK nel muscolo scheletrico umano. *Sono J Fisiol Endocrinolo Metab.* 2004;286:E737–E743.
- Egan B, Carson BP, Garcia-Roves PM, Chibalin AV, Sarsfield FM, Barron N, McCaffrey N, Moyna NM, Zierath JR, O'Gorman DJ. La regolazione dipendente dall'intensità dell'esercizio dell'abbondanza di mRNA PGC-1 $\alpha$  è associata all'attivazione differenziale delle chinasi di segnalazione a monte nel muscolo scheletrico umano. *J Fisiol.* 2010;588:1779–1790. doi: 10.1113/jphysiol.2010.188011.
- Gibala MJ, Little JP, Essen vanM, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA. Intervallo di sprint a breve termine rispetto all'allenamento di resistenza tradizionale: adattamenti iniziali simili nel muscolo scheletrico umano e nelle prestazioni dell'esercizio. *J Fisiol.* 2006;575:901–911.
- Gibala MJ, McGee SL. Adattamenti metabolici all'allenamento a intervalli ad alta intensità a breve termine: un po' di dolore per un grande guadagno? *Exerc Sport Sci Rev.* 2008;36:58–63. doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f.
- Atakan MM, Li Y, Koşar ŞN, Turnagöl HH, Yan X. Effetti basati sull'evidenza dell'allenamento a intervalli ad alta intensità sulla capacità di esercizio e sulla salute: una revisione con prospettiva storica. *Int J Environ Res Sanità Pubblica.* 2021 luglio 5;18(13):7201. doi: 10.3390/ijerph18137201. PMID: 34281138; PMCID: PMC8294064.

- Gibala MJ, Piccolo JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Adattamenti fisiologici all'allenamento a intervalli a basso volume e ad alta intensità in salute e malattia. *J Fisiol*. 2012 1 marzo;590(5):1077-84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725. Epub 2012 30 gennaio. PMID: 22289907; PMCID: PMC3381816.
- Wikipedia- [www.wikipedia.org/wiki/Metodo\\_Little](http://www.wikipedia.org/wiki/Metodo_Little) -27/12/2020
- Marriott CFS, Petrella AFM, Marriott ECS, Boa Sorte Silva NC, Petrella RJ. Allenamento a intervalli ad alta intensità negli anziani: una revisione dell'ambito. *Sport Med Aperto*. 2021 19 luglio;7(1):49. doi: 10.1186/s40798-021-00344-4. PMID: 34279765; PMCID: PMC8289951.
- Tabata, I. Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *J Physiol Sci* 69, 559–572 (2019).
- Lavorare sulle preoccupazione: studio randomizzato di allenamento ad intervalli ad alta intensità nel disturbo d'ansia generalizzato Jens Plag a,Paul Schmidt-Hellinger b,Theresa Klippstein a,Jennifer L.M. Mamma a,Bernd Wolfarth b,Maurizio B. Petzold un 1,Andreas Ströhle a
- Little method wikipedia
- Strumento digitale per grafici e parti capitolo 1 APA 7th ed. Open AI. (2025) GPT-5 [modello di intelligenza artificiale ]
- 1.Nazioni Unite, Dipartimento degli Affari Economici e Sociali PD. Invecchiamento della popolazione mondiale 2019. New York; 2020;ST/ESA/SER.A/444.
- 2.Principe MJ, Wu F, Guo Y, Gutierrez Robledo LM, O'Donnell M, Sullivan R, e altri. Il carico di malattia nelle persone anziane e le implicazioni per la politica e la pratica sanitaria. *Lancetta*. 2015;385(9967):549-62. 10.1016/S0140-6736(14)61347-7. Epub 2014 6 novembre.
- Roberts CK, Barnard RJ. Effetti dell'esercizio fisico e della dieta sulle malattie croniche. *J Appl Physiol*. 2005;98(1):3–30. Stati Uniti Dipartimento della Salute e dei Servizi Umani. Linee guida sull'attività fisica per gli americani. 2a ed. Stati Uniti Dipartimento della Salute e dei Servizi Umani, redattore. Okla, infermiera. Washington, DC; 2018.
- Gibala MJ, Gillen JB, Percival ME. Adattamenti fisiologici e legati alla salute all'allenamento a intervalli a basso volume: influenze della nutrizione e del sesso. *Sport Med*. 2014;44(S2):127–137.

## Ringraziamenti:

Volevo partire col ringraziare in primis i miei genitori e mia sorella che dopo tante peripezie alla ricerca della facoltà giusta mi hanno sempre supportato in ogni mia decisione.

Questa laurea, questo percorso, è stato possibile solo grazie a loro.

Parte fondamentale di questo percorso sono stati la Ciccio's family che senza di loro penso sarebbe stato impossibile arrivare fino qui. (vivo).

Una vita insieme, non ho ricordi della mia vita senza ciccio e la fra.

Amici di sempre con cui ho condiviso un sacco di momenti, sia belli che brutti, ma ci sono sempre stati per me e per questo non finirò mai di ringraziarvi.

Sono profondamente orgoglioso di potervi definire i miei migliori amici.

Avervi nella mia vita mi dà una sicurezza incredibile.

Vi voglio bene come a poche persone nella mia vita.

Grazie.

Ad Andre il vichingo, che di vichingo ha forse l'abbonamento ad una rivista svedese, e Claudia che nell'ultimo anno mi hanno sopportato e supportato tra cene danesi e frutticidi per salvare le birre, vi dico grazie di tutto, vi voglio bene.

Alle mie 4 compagnie di uni che senza di loro questa laurea non sarebbe mai stata possibile.

Al mio Gym broo Ale, che tra allenamenti e pranzi a riso pollo e broccoli, tra vacanze a superbock e body, ho visto più di mia madre. Grazie fratello.

Al mio coinquilino Daniele Battista ( se no si offende ), da imparare lo snowboard al surf, tra fisiologia e biochimica, tra alti e bassi, dopo anni insieme questo forse è stato il più difficile per noi, ma siamo ancora qua a festeggiare i successi di uno e dell'altro, con

lo stesso entusiasmo di quando facevamo serata a Frabosa, ti voglio bene fratello anche se spesso non te l'ho dimostrato. Per sempre stanza 134.

A Bea su cui potrei contare in ogni momento che sono certo che arriverebbe di corsa a salvarmi dalle mie minchiate, e a fede con cui un anno di abbonamento tra acqua fulmini saette, nervoso (soprattutto nervoso), ma con un solo capitano (capitan Kasami nel cuore), e discorsi molto poco politically correct.

Vi voglio bene.

Al gruppo "you'll never falchin alone", ho perso il conto degli anni che abbiamo passato insieme, ci siamo stati per ogni momento importante per ognuno di noi, dai 18esimi, alle lauree e adesso purtroppo ai matrimoni.

Amici come voi non ce ne sono nel mondo.

Vi voglio bene.

E infine ma non per importanza, anzi, ad Eleni.

Senza di te e le tue innumerevoli personalità non ce l'avrei mai fatta.

Personalità che ho imparato ad amare tutte incondizionatamente.

Nei momenti difficili, se mi guardo indietro, ci sei sempre stata, a tirarmi su con gelato e maratone OC.

Se sono riuscito a laurearmi, ma soprattutto a sopravvivere, è solo grazie a te.

Non riesco ad immaginarmi un futuro senza di te.

Grazie amore mio, ti amo.