

Università degli Studi di Verona

Corso di Laurea in Scienze delle Attività Motorie e Sportive

Tesi di Laurea

PROTOCOLLI D'ALLENAMENTO IN SOGGETTI ANZIANI PER DUE DIVERSE MODALITÀ D'ESERCIZIO

Relatore
Prof. Antonio Cevese

Correlatore
Dott. Paolo Terziotti

Laureanda
Luisa Rizzi

Anno accademico 2001-2002

1 – INTRODUZIONE	4
2- INVECCHIAMENTO E ATTIVITÀ MOTORIA	7
2.1 - <i>MODIFICAZIONI STRUTTURALI E FUNZIONALI NELL'ANZIANO</i>	7
2.1.1 - APPARATO OSTEO ARTICOLARE	7
2.1.2 - APPARATO MUSCOLARE	8
2.1.3 - APPARATO CARDIO-CIRCOLATORIO	9
2.1.4 - APPARATO RESPIRATORIO	9
2.1.5 - SISTEMA NERVOSO CENTRALE	10
2.1.6 - MENOMAZIONI SENSORIALI	10
2.1.7 - PROBLEMI PSICOLOGICI	11
2.2 - <i>INVECCHIAMENTO E ATTIVITÀ MOTORIA</i>	11
2.2.1 - BENEFICI DELL'ATTIVITÀ FISICA SULL'ANZIANO	12
3- LA SOGLIA ANAEROBICA	15
3.1 - <i>DEFINIZIONE</i>	15
3.2 - <i>IL SIGNIFICATO DELLA SOGLIA ANAEROBICA</i>	15
3.3 - <i>DETERMINAZIONE DELLA VT</i>	17
3.4 - <i>INTENSITÀ DELL'ESERCIZIO</i>	19
4 - STRUMENTI	21
4.1 - <i>IL CICLOERGOMETRO</i>	21
4.2 - <i>L'ARMOERGOMETRO</i>	22
4.3 - <i>IL CARDIOFREQUENZIMETRO POLAR VANTAGE NVTM</i>	23
4.4 - <i>IL METABOLIMETRO VMAX29C (SensormedicsTM)</i>	24
4.5 - <i>TECHNOGYM SISTEMTM con software Wellness TrainerTM 4.0</i>	25
5 - PROTOCOLLO SPERIMENTALE	27
5.1 - <i>SOGGETTI</i>	27
5.2 - <i>PROTOCOLLO</i>	28
5.2.1 - <i>TEST CARDIOLOGICO E FAMILIARIZZAZIONE</i>	28
5.2.2 - <i>TEST INCREMENTALI</i>	29
5.2.3 - <i>TEST AD ONDA QUADRA</i>	30
5.3 - <i>ALLENAMENTO</i>	31
5.3.1 - <i>RISCALDAMENTO</i>	31
5.3.2 - <i>ERGOMETRO</i>	32
5.3.3 - <i>DEFATICAMENTO</i>	32
5.4 - <i>MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO CARICHI</i>	32

5.4.1 - IL SOFTWARE WELLNESS TRAINER E LA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO	36
5.5 - <i>TEST FINALI</i>	37
6 - RISULTATI	39
6.1 - <i>ALLENAMENTO</i>	39
6.2 <i>TEST</i>	42
7 – DISCUSSIONE	52
RINGRAZIAMENTI	57
BIBLIOGRAFIA	58

1 – INTRODUZIONE

A partire dagli anni cinquanta in tutto il mondo si è registrato un incremento della longevità che ha comportato un aumento delle probabilità di prolungare la vita oltre i sessanta-settanta anni.

La popolazione mondiale di età superiore ai sessanta anni è passata da un individuo su tredici ad uno su dieci e, entro l'anno 2050, si prevede che si arriverà ad uno su cinque, con una prevalenza per i soggetti di sesso femminile che rappresentano il 55% degli ultra-sessantenni.

L'atteggiamento verso gli anziani dovrà dunque cambiare, e questo cambiamento è già iniziato. Infatti si dovrà venire incontro alle esigenze di una popolazione più anziana, più vasta e con maggiori aspettative di benessere.

Fortunatamente oggi si assiste ad un calo del rischio di morte connesso a malattie infettive e parassitarie, per contro il prolungamento della durata della vita e le condizioni socio-ambientali portano con sé malattie degenerative come le affezioni cardio circolatorie, il cancro e l'ictus.

Essendo quest'ultime malattie, le attuali cause primarie di morte (perlomeno nel mondo occidentale), si deve cercare di combatterle con la prevenzione ossia con costumi di vita più sani e con migliori interventi terapeutici che permettano a chi è colpito di vivere più a lungo.

L'invecchiamento è una fase regressiva che conduce a importanti modificazioni degli apparati del corpo umano. È un processo attraverso il quale l'individuo diminuisce quantitativamente le proprie strutture e perde progressivamente le proprie funzioni. Questa fase della vita si svolge con modalità, ritmi, e conseguenze variabili da individuo a individuo, in relazione a fatti preesistenti, a condizioni contingenti, nonché alle esperienze che avranno caratterizzato l'accrescimento di ciascuno.

Con la senescenza, oltre al graduale indebolimento delle attitudini sensoriali responsabili di una limitazione delle attività, si assiste alla riduzione delle capacità

di acquisire nuove informazioni e di conseguenza si osserva una minor capacità intellettuale.

Sia la memoria a lungo termine, ma soprattutto quella a breve termine si affievoliscono; i tempi di reazione si allungano, le capacità di apprendimento motorio si riducono, l'attenzione e la concentrazione si attenuano, l'immaginazione è meno viva. L'anziano ha notevoli difficoltà ad adattarsi a situazioni nuove.

Con l'invecchiamento si ha la riduzione dei processi metabolici cellulari a cui corrisponde un "logorio" delle cellule; un processo di usura che può essere accelerato da alcuni fattori negativi quali: sedentarietà, alimentazione irregolare, fumo, stress fisico e psichico, eccessivo uso di farmaci.

Tuttavia vi è un largo consenso sul fatto che l'età senile non debba essere considerata come in passato - (*la vecchiaia è di per sé una malattia.... secondo Galeno*) - età di decadimento e di patologia. Anche se diverse funzioni e attività risultano deficitarie, esiste la possibilità di ritardare e rallentare questi fenomeni fino ad indurre dei pieni recuperi che possono conservare o addirittura accrescere la possibilità funzionali. Sono sempre di più gli uomini e le donne che giungono in età avanzata in condizioni di salute apprezzabili.

Le ricerche più recenti indicano che partecipare ad un'attività fisica regolare riduce o previene un numero notevole di declini funzionali e salutari. Contemporaneamente l'allenamento migliora la qualità di vita e l'indipendenza. Mancano tuttavia sperimentazioni consistenti sui modelli di attività motoria che possono essere proposti con successo agli anziani e sulla concreta possibilità di realizzare programmi di attività fisica attuabili e sviluppabili nel tempo.

Sono necessarie nuove ricerche per la promozione dell'attività fisica tra le persone anziane. Ricerche di particolare interesse includono risultati e valutazione degli interventi che riflettono le differenti dimensioni FISICA, PSICOLOGICA e SOCIALE come vengono specificate nelle "Linee guida di Heidelberg" per la promozione dell'attività fisica nella popolazione anziana, che individuano i presupposti e le modalità operative per raggiungere gli obiettivi di salute.

In questo contesto, sperimentare modalità efficaci di training e dimostrarne in modo scientificamente corretto la validità è un presupposto fondamentale per la successiva promozione di iniziative su ampia scala che possano essere caratterizzate da un alta probabilità di produrre un effetto positivo.

Questa tesi presenta alcuni risultati di una più ampia ed articolata ricerca, condotta presso il Laboratorio di Fisiologia dell'Esercizio del corso di laurea in collaborazione con il CEBISM di Rovereto e il CNR di Milano, che si proponeva di:

- sviluppare un programma di training specifico per l'anziano utilizzando due diverse modalità di lavoro muscolare (arti inferiori e superiori)
- utilizzare un sistema automatico di monitoraggio del training che permettesse un ideale articolazione del carico anche in soggetti anziani.
- valutare l'effetto del training sugli adattamenti aerobici a livello sistemico e distrettuale
- individuare la modificabilità dei fattori limitanti centrali e periferici il trasporto dell'ossigeno nell'anziano
- indagare le modificazioni delle cinetiche di adattamento del consumo di ossigeno nella transizione riposo-esercizio nell'anziano

In questo elaborato verranno presentati e discussi i dati relativi ai primi tre punti.

2- INVECCHIAMENTO E ATTIVITÀ MOTORIA

2.1 - MODIFICAZIONI STRUTTURALI E FUNZIONALI NELL'ANZIANO

Per ciascun individuo la vecchiaia ha inizio quando egli non è più in grado di mantenere le caratteristiche fisiche, mentali, emozionali e sociali proprie della media degli adulti della sua cultura.

2.1.1 - APPARATO OSTEO ARTICOLARE

Esso subisce una serie di modificazioni strutturali e funzionali, che spesso si possono tradurre in processi patologici tipici dell'anziano.

Una ridotta attività fisica porta ad una limitazione funzionale delle articolazioni determinata da un processo di sclerosi e da una mancata capacità di distensione di legamenti, tendini, capsule articolari e muscoli.

Una ridotta mobilità articolare si accompagna inoltre ad una diminuzione della stabilità e della resistenza a sostenere il peso.

Anche i dischi intervertebrali vanno incontro a fenomeni di invecchiamento. Si appiattiscono e diminuiscono la loro componente elastica.

Con l'avanzare dell'età si accusa una riduzione della massa ossea, precisamente fra i 40 e gli 80 anni si perde il 50% del tessuto spugnoso e il 5% del tessuto compatto. Questa riduzione viene considerata fisiologica se è proporzionata all'età del soggetto, ma sfocia in un processo patologico, chiamato osteoporosi, se la riduzione della massa ossea non consente di rispondere adeguatamente alle funzioni di sostegno cui sarebbe preposto l'osso.

Le cause dell'osteoporosi sono: carenze di calcio, vitamine e proteine; sedentarietà; cause metaboliche; fattori genetici e costituzionali; diminuzione del volume scheletrico; esaurimento degli estrogeni.

Altro fenomeno degenerativo che può accompagnare la senescenza è l'osteoartrosi, malattia degenerativa che si presenta come una condizione non

infiammatoria, non sistemica e a lenta ma progressiva evoluzione, dovuta ad una modificazione funzionale delle cellule preposte al nutrimento e al ricambio del tessuto cartilagineo. L'artrosi si sviluppa per diverse cause quali: età, obesità, differenze genetiche. La sintomatologia è caratterizzata dal dolore articolare e muscolare, dolore notturno e rigidità mattutina. Si ha una limitata escursione articolare e quindi una ridotta mobilità.

Un'altra modificazione è l'artrite, la cui forma più comune è l'osteoartrite. Essa interessa prevalentemente le articolazioni della colonna, dell'anca e del ginocchio. La forma di artrite più dannosa ed invalidante è l'artrite reumatoide, che è causata da processi di natura infettiva. Segni premonitori dell'artrite sono: dolore persistente e rigidità, fragilità di una o più articolazioni, gonfiore, rigidità del collo, del dorso o delle ginocchia, formicolio a mani e piedi, perdita di peso.

2.1.2 - APPARATO MUSCOLARE

Verso i quaranta anni si ha l'inizio di una lenta e progressiva riduzione numerica delle fibre muscolari che portano nella senescenza a ipotrofia.

Modificazioni senili sono: diminuzione della massa, del volume, del peso, diminuzioni del liquido intra ed extra cellulare, rigidità e durezza del tessuto.

Istologicamente si osserva ipotrofia e riduzione delle fibre muscolari attive, aumento della componente adiposa, aumento del tessuto connettivo, riduzione delle unità neuromotorie, alterazione a livello della placca motrice.

Dal punto di vista funzionale si riscontra una diminuzione progressiva della forza muscolare. Il tono muscolare si riduce di poco fino a 60 anni e più velocemente in età successiva (flaccidità muscolare senile).

Il muscolo è certamente la struttura dell'organismo che subisce la maggior varietà di modificazioni, riducendo progressivamente le proprie caratteristiche: estensibilità, elasticità, contrattilità e consistenza.

Anche i legamenti perdono la loro elasticità e consistenza causando minor stabilità alle articolazioni.

2.1.3 - APPARATO CARDIO-CIRCOLATORIO

In primo luogo è necessario evidenziare la difficoltà di distinguere nell'anziano, le modificazioni cardiache causate dall'invecchiamento da quelle determinate da una vera e propria patologia cardiaca. Inoltre ci sono diversi fattori che durante la vita influenzano la funzione cardio-circolatoria, come l'ambiente, il tipo di vita condotto e lo stato di salute.

Con l'avanzare dell'età il cuore, generalmente, sviluppa modificazioni strutturali che solitamente non inducono di per sé una disfunzione cardiaca.

Con la senescenza si verifica una degenerazione del tessuto connettivo delle valvole cardiache che comporta lassità e distensione delle stesse; questo può portare alla loro cicatrizzazione e calcificazione, determinando una insufficienza e una stenosi valvolare.

In età avanzata i vasi del cuore presentano una maggiore rigidità che, accompagnata alla perdita di elasticità, si riflette sulla attività cardiaca.

Si verificano inoltre le seguenti modificazioni fisiologiche:

- aumento della pressione arteriosa sia sistolica che diastolica
- progressiva riduzione della quantità di sangue espulsa ad ogni contrazione e quella espulsa per minuto
- riduzione della elasticità delle pareti vasali, specie delle arterie
- aumento delle resistenze periferiche per riduzione del lume delle piccole arterie.

2.1.4 - APPARATO RESPIRATORIO

In primo luogo si notano alterazioni della gabbia toracica per cifosi dorsale, ossificazione delle cartilagini costali e ipotrofia dei muscoli respiratori.

Si ha assottigliamento della mucosa bronchiale, calcificazione degli anelli tracheali, dilatazione degli alveoli, riduzione e sclerosi dei capillari polmonari.

La capacità vitale diminuisce, l'irrorazione degli alveoli non è uniforme ed è anche alterato lo scambio di gas a livello alveolo-capillare. Da ciò deriva la ridotta quantità di ossigeno fornita alle cellule e quindi la riduzione del massimo consumo di ossigeno.

2.1.5 - SISTEMA NERVOSO CENTRALE

Le cellule nervose non hanno la capacità di riprodursi, quindi per invecchiamento cerebrale si intende una diminuzione del numero delle cellule e della loro funzionalità.

Le principali alterazioni a livello cellulare in seguito all'avanzamento degli anni sono:

- alterazioni a livello del citoplasma, del RNA in particolare
- alterazioni progressive dei dendriti delle cellule della corteccia
- degenerazione delle neurofibrille
- alterazioni metaboliche con riduzione di dopamina, noradrenalina e serotonina.

Si è osservato che a 80 anni dei 14 miliardi di cellule nervose iniziali ne rimangono otto miliardi e mezzo circa, il che comporta una riduzione del peso del cervello stesso. Questo fatto unito alla riduzione del circolo capillare cerebrale, può essere all'origine della riduzione funzionale degli organi di senso, quali vista e udito, e causa di vuoti di memoria, diminuzione di attenzione, creatività e agilità mentale.

Le alterazioni motorie tipiche, causate da danni cerebrali sono:

- morbo di Parkinson
- rigidità senile
- demenze
- corea senile (movimenti involontari lenti)
- aprassie (incapacità di eseguire movimenti volontari)

2.1.6 - MENOMAZIONI SENSORIALI

L'acutezza visiva diminuisce progressivamente nell'anziano, così come l'ampiezza del campo visivo e l'adattamento all'oscurità, inoltre anche il senso cromatico può risultare compromesso.

Anche l'udito va incontro ad un lento e progressivo deterioramento che si manifesta soprattutto per i toni acuti; se vengono interessati anche i toni gravi

l'anziano non riesce più a seguire una conversazione, soprattutto quando è in un ambiente rumoroso.

Altra possibile menomazione sensoriale è la perturbazione del senso di vibrazione, specie delle estremità, che in certi casi può dare origine a deambulazione precauzionale.

2.1.7 - PROBLEMI PSICOLOGICI

Molti dei problemi psicologici derivano dalla nascita di alcuni problemi fisici sopra elencati.

L'anziano si trova senza alcun ruolo definito, attivo, di responsabilità, è come un organo senza funzioni, si sente in pratica, privato di qualsiasi entità sociale. Tutto ciò lo porta alla noia, all'auto emarginazione, alla solitudine, al disadattamento, alla depressione, in sostanza finisce in un'esistenza senz'altro alienante.

Nell'anziano si accentuano le caratteristiche personali, quali per esempio: la rigidità nei rapporti con gli altri, l'eccessiva prudenza, lo spirito fortemente critico, e il lamentarsi.

Le statistiche dicono che dopo i 65 anni il 25% degli anziani è affetto da sindrome depressiva, presenta cioè, segni di malinconia, delusione, frustrazione. Certamente la riduzione funzionale delle varie strutture del corpo espressa con limitazioni decisionali ed operative, ha la sua parte nella depressione.

2.2 - INVECCHIAMENTO E ATTIVITÀ MOTORIA

Nonostante alcune manifestazioni somatiche e psichiche, tipiche dell'invecchiamento, non possano essere arrestate, l'uomo moderno ha compreso che possono essere ritardate praticando un'idonea attività fisica.

Fino a circa venti anni fa si pensava che l'attività fisica di una persona dovesse ridursi con l'avanzare dell'età. Ora, invece, l'attività fisica è diventata il miglior mezzo per rendere possibile una vecchiaia senza sofferenze e disadattamenti psicologici. Un programma di attività fisica per anziani deve garantire sicurezza ed efficacia e per ottenere ciò è fondamentale conoscere le caratteristiche psico-

fisiche dell'anziano, gli effetti dell'invecchiamento e gli obiettivi che s'intendono raggiungere.

Si devono inoltre tenere presenti tutte quelle modificazioni strutturali, funzionali e psichiche che si manifestano nell'organismo in seguito all'avanzare dell'età, quali:

- riduzione del consumo massimale di ossigeno
- riduzione della massima frequenza cardiaca
- riduzione della gittata sistolica
- riduzione della massima gittata cardiaca.

L'attività motoria ha inoltre la particolare caratteristica di essere socializzante, associativa, e come tale può risolvere alcuni problemi come la solitudine, il sentirsi tagliati fuori, inutili e emarginati. Il risultato del movimento è stare meglio fisicamente e quindi riacquistare una migliore condizione psico-fisica ed un'aumentata fiducia nelle proprie capacità.

2.2.1 - BENEFICI DELL'ATTIVITÀ FISICA SULL'ANZIANO

Migliorata efficienza cardio-circolatoria. Il cuore, durante il movimento, si contrae perché deve mandare in circolo una maggiore quantità di sangue per soddisfare le aumentate richieste da parte dei tessuti. Esso così si ipertrofizza, divenendo più potente e nello stesso tempo le sue cavità si dilatano al fine di raccogliere una maggior quantità di sangue. Si ha di conseguenza un maggior riempimento diastolico e una maggior gittata sistolica con riduzione della frequenza di contrazione.

Vi è inoltre l'aumento della capacità di trasporto del sangue che a livello dei polmoni si carica di una maggior quantità di ossigeno e nello stesso tempo riesce a cederlo in maggior quantità ai tessuti.

L'attività fisica migliora l'elasticità delle pareti dei vasi e crea l'apertura di nuovi capillari nei muscoli favorendo, attraverso la migliore capillarizzazione, l'irrorazione dei tessuti.

Il movimento migliora l'utilizzazione di glucosio, riducendo il fabbisogno di insulina, e rappresenta un ottimo mezzo di prevenzione e terapia nei disturbi del metabolismo del glucosio, ad esempio nel diabete.

Anche la circolazione degli arti inferiori ne trae vantaggio: le vene profonde vengono continuamente massaggiate dalle contrazioni ritmiche dei muscoli, evitando stasi venose che si traducono in vene varicose ed ulcere varicose.

Migliorata funzionalità del sistema respiratorio. Si ottiene una maggiore apertura alveolare che permette di contenere più aria contrastando la costante tendenza del polmone a collassare e quindi a ritrarsi.

L'attività fisica fa aumentare la capacità vitale e di conseguenza si diminuisce la frequenza degli atti respiratori con un risparmio energetico a carico dei muscoli respiratori.

Migliora l'elasticità toracica e polmonare e la circolazione polmonare che porta una migliore ossigenazione sanguigna.

Migliorata attività del sistema nervoso centrale. Qualsiasi attività che possa mantenere in attività le cellule è fattore di prevenzione nei confronti del decadimento cerebrale e assicura un normale processo di invecchiamento esente da alterazioni e danni. L'attività motoria, come qualsiasi attività psichica, aumenta il flusso cerebrale, migliorando il trofismo cellulare stesso.

Migliorata mobilità e flessibilità articolare. L'esercizio fisico costante produce una maggiore distensibilità ed elasticità capsulo-legamentosa e muscolare. Alcuni studiosi hanno dimostrato un aumento del 2% del contenuto minerale osseo in donne anziane sottoposte ad attività fisica.

La contrazione muscolare esercita lo stress necessario all'osso per prevenire l'osteoporosi da disuso. Il movimento sollecita i processi nutrizionali della cartilagine ialina e delle ossa, evitando la perdita delle peculiarità meccaniche della cartilagine stessa. La flessibilità può essere ripristinata e preservata.

Migliorata tonicità muscolare. L'esercizio fisico migliora il tono, il trofismo, l'elasticità, la forza e la resistenza, riducendo il grasso. La ripetizione costante del movimento migliora la coordinazione neuromuscolare con grande risparmio energetico.

Migliorato equilibrio, coordinazione e velocità di movimento. Una regolare attività aiuta a prevenire e/o a ritardare la diminuzione dell'equilibrio e del coordinamento legata all'età che rappresenta uno dei maggiori fattori di rischio di

caduta. Una caratteristica dell'invecchiamento è il rallentamento funzionale. Attraverso una regolare attività fisica è possibile posticipare tale inconveniente.

Benefici psicologici. Una appropriata attività fisica favorisce il rilassamento riducendo stress ed ansia. Migliora l'umore e aumenta l'interazione sociale e interculturale.

3- LA SOGLIA ANAEROBICA

3.1 - DEFINIZIONE

La soglia anaerobica è definita come il valore di VO₂ sopra al quale si verifica un significativo aumento di produzione di acido lattico e un aumento del rapporto lattato/piruvato. L'incremento di quest'ultimo riflette una produzione del lattato non più proporzionale rispetto alla glicolisi, quando il pH del muscolo comincia a diminuire (Wasserman, 1986).

3.2 - IL SIGNIFICATO DELLA SOGLIA ANAEROBICA

La soglia anaerobica, correttamente determinata, è un parametro fondamentale negli sport di resistenza di lunga durata, in quanto la capacità di prestazione non è strettamente correlata con il massimo consumo di ossigeno (VO₂max), cioè con la potenza aerobica, ma piuttosto con la più alta percentuale del consumo di ossigeno che si è in grado di utilizzare senza intaccare significativamente i meccanismi di ricarica di tipo lattacido.

L'intensità di lavoro riferita alla frequenza cardiaca, alla potenza meccanica, alla velocità corrispondente alla suddetta percentuale del VO₂max, è definita soglia anaerobica.

Quando, nel caso della competizione o dell'allenamento, si supera questa intensità di lavoro, si innesca uno squilibrio tra la produzione e la metabolizzazione dell'acido lattico con un accumulo nei muscoli impegnati nel lavoro, che costringe l'atleta alla diminuzione del carico.

Esisterebbe quindi un livello di VO₂ al quale il rifornimento di O₂ non soddisfa interamente la richiesta di O₂ da parte dei mitocondri dei muscoli in attività: lo sbilanciamento tra richiesta e disponibilità di O₂ fa aumentare la glicolisi anaerobica per generare ulteriore energia, convertendo il piruvato in lattato.

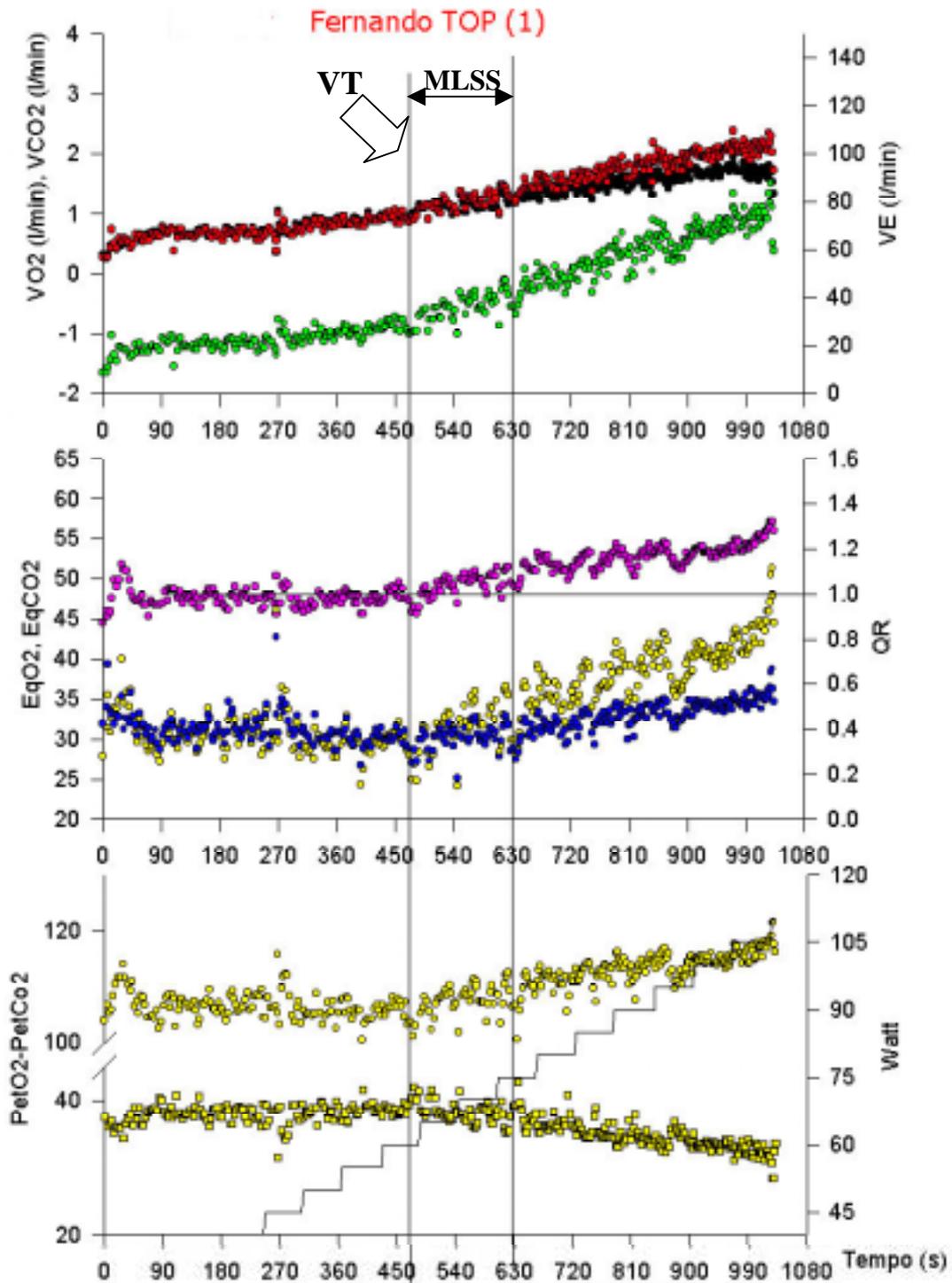


FIG. 1: i grafici mostrano rispettivamente: l'andamento del consumo di ossigeno e di anidride carbonica (VO_2, CO_2); i rispettivi equivalenti ventilatori ($EqO_2, EqCO_2$); e la pressione parziale dei gas ($PetO_2, PetCO_2$) a fine respiro. La prima soglia ventilatoria (VT) corrisponde al punto in cui vi è contemporaneamente aumento dell'equivalente dell' O_2 , aumento della $PetO_2$, aumento del QR (di norma sopra l'unità). In questa fase la $PetCO_2$ rimane costante. In alcuni casi in questo punto si può notare anche un cambiamento della pendenza della ventilazione (Ve).

In individui allenati, la soglia anaerobica può non essere osservata prima che l'esercizio raggiunga una intensità pari ad un livello 10-15 volte superiore al VO₂ di riposo. In soggetti sedentari, invece, la soglia anaerobica si trova circa 4 volte sopra il valore di riposo e in pazienti con problemi cardiaci soltanto a due volte. L'accumulo di lattato determina:

- un abbassamento del pH nell'organismo (acidosi metabolica);
- alterazione delle cinetiche del consumo di ossigeno e eliminazione della CO₂;
- aumento della ventilazione (V_e) per stimolazione dei chemorecettori, sensibili alla diminuzione del pH.

3.3 - DETERMINAZIONE DELLA VT¹

Partendo dal presupposto che la media delle persone è in grado di sostenere esercizi di intensità pari alla propria massima capacità aerobica per non oltre 10-12 minuti, è bene che i test atti a calcolare il valore del VO₂max abbiano una durata non superiore a tale tempo, ma non inferiore agli 8 minuti, per non richiedere eccessivi incrementi da un carico al successivo con attivazione di meccanismi anaerobici nella fase transiente.

Un test per la misura della VT consiste in un esercizio a carico incrementale, durante il quale vengono misurati respiro per respiro diversi parametri ventilatori e metabolici.

L'analisi grafica dell'andamento di questi parametri permette la determinazione di due momenti significativi nell'esercizio; il primo corrisponde alla soglia anaerobica o ventilatoria: Beaver ha proposto una tecnica per la determinazione di tale soglia, chiamata "V-slope", che individua VT nel punto in cui la relazione tra

¹ Per VT si intende la prima soglia ventilatoria. In genere si distinguono due soglie ventilatorie: la prima corrisponde al momento in cui la produzione di lattato supera quella del suo smaltimento. Tra la prima e la seconda soglia ventilatoria il lattato si stabilizza a un nuovo livello, più elevato di quello iniziale e fino ad un limite chiamato *massimo stato stazionario di lattato (MLSS)*. Oltre questo limite la produzione di lattato diventa troppo elevata e quindi il lattato ematico aumenta portando all'esaurimento in breve tempo.

VO₂ (l/min) sull'asse delle ascisse, e la VCO₂ (l/min) sull'asse delle ordinate, aumenta di pendenza.

Sopra VT, l'incremento della VO₂ rimane relativamente lineare mentre l'incremento della VCO₂ subisce una accelerazione in conseguenza del tamponamento dell'acido lattico da parte del bicarbonato. Questo incremento della VCO₂ è normalmente accompagnato da un parallelo incremento della ventilazione (V_e), così da mantenere la CO₂ arteriosa (PaCO₂) e alveolare (PetCO₂) relativamente costanti. L'equivalente ventilatorio dell'O₂ (V_e/VO₂), che è diminuito o rimasto invariato sotto la VT, comincia a crescere sopra la soglia stessa senza un incremento dell'equivalente ventilatorio della CO₂ (V_e/VCO₂). Di conseguenza l'O₂ alveolare (PetO₂) aumenta anch'esso in corrispondenza della VT mentre la CO₂ alveolare (PetCO₂) non varia sopra la VT, in quanto l'aumento della ventilazione riesce a smaltire la CO₂ prodotta in eccesso dal bicarbonato. L'aumento della V_e/VO₂ (EqO₂) senza un contemporaneo aumento di V_e/VCO₂ (EqCO₂) e l'incremento di PetO₂ (pressione parziale dell'ossigeno a fine respiro) senza un contemporaneo calo di PetCO₂ (pressione parziale dell'anidride carbonica) a fine respiro sono degli specifici indicatori del superamento della soglia anaerobica. Il quoziente respiratorio (QR, dato da VCO₂/VO₂), che normalmente sale lentamente durante i test incrementali, a partire dalla VT sale più velocemente. La fase di tamponamento isocapnico termina con la seconda soglia ventilatoria: dopo tale soglia interviene la compensazione respiratoria all'acidosi metabolica, individuabile da un incremento del rapporto V_e/VCO₂ e un calo nella PetCO₂. Infatti la V_e viene fortemente incrementata dall'azione degli idrogenioni ormai abbondanti sui chemorecettori, i quali vanno a stimolare, incrementandola, la ventilazione (Fig.1).

3.4 - INTENSITÀ DELL'ESERCIZIO

La cinetica del VO₂ varia a seconda dell'intensità di lavoro; si distinguono quindi tre diversi "domini":

- il primo dominio è denominato **esercizio moderato**; esso non induce variazioni nel lattato ematico e quindi si parla di *intensità moderata*. Il limite superiore di questo dominio corrisponde alla soglia ventilatoria (VT).
- il secondo dominio è denominato **esercizio intenso**; l'intensità di lavoro in questo caso è superiore alla VT e il tasso di produzione di lattato supera quello del suo smaltimento, per cui il lattato ematico inizia ad aumentare. Esso può stabilizzarsi a un nuovo livello, più elevato di quello iniziale, se l'intensità di lavoro è inferiore al *massimo stato stazionario di lattato (MLSS)*. Quindi, un lavoro di intensità compresa tra VT e MLSS è considerato ad *elevata intensità*.
- il terzo dominio è chiamato **esercizio severo**. Il lavoro è condotto al di sopra della MLSS e ne risulta un costante aumento del lattato ematico. In questo caso si parla di esercizio condotto a *intensità severa*.

4 - STRUMENTI

4.1 - IL CICLOERGOMETRO

Il cicloergometro, se opportunamente adattato, è l'ergometro specifico per il ciclismo. Conformemente al sistema con cui viene realizzato il carico di lavoro esistono tre tipi di cicloergometri: a *resistenza fissa* (potenza dipendente dalla frequenza di pedalata o RPM); a *potenza fissa* (resistenza variabile al variare della RPM); a *resistenza e potenza variabili* (esponenzialmente con il variare della RPM). La scelta dell'ergometro da utilizzare dipende dal tipo di test che si deve effettuare. Gli ergometri a resistenza fissa sono validi quando si deve misurare la potenza meccanica espressa dal soggetto; quelli a potenza costante sono validi quando il carico è stabilito dal ricercatore e i parametri da misurare sono quelli metabolici. Nel secondo caso si può utilizzare anche un ergometro a resistenza



FIG. 2: uno dei soggetti durante una seduta di allenamento al cicloergometro

fissa purché il soggetto mantenga una frequenza di pedalata costante. Gli ergometri a resistenza e potenza variabili sono teoricamente utilizzabili in entrambi i casi.

Il cicloergometro da noi utilizzato nei test e durante l'allenamento è il Technogym Bikerace programmato a potenza costante.

4.2 – L'ARMOERGOMETRO

L'armoergometro è simile al cicloergometro, ma l'esercizio è svolto con le



FIG. 3: uno dei soggetti durante una seduta di allenamento all'ergometro a braccia

braccia. L'esercizio all'armonometro utilizzato nei test da noi svolti (Technogym Top-XT) si esegue in posizione seduta agendo su una coppia di braccia che ruotano intorno ad un perno con una resistenza regolabile.

4.3 - IL CARDIOFREQUENZIMETRO POLAR VANTAGE NV™

Durante l'esecuzione dei test abbiamo utilizzato il Polar Vantage NV. Questo apparecchio è in grado di registrare continuamente l'intervallo R-R ovvero l'intervallo che intercorre tra un ciclo cardiaco e il successivo. In modalità RR la memoria è limitata a 4000 cicli cardiaci mentre se si registra il battito ogni 60 secondi l'autonomia della memoria è di 134 ore. Abbinandolo all'interfaccia Polar



Figura 4 Ricevitore da polso Polar e fascia trasmettitore

Advantage ed al software Precision Performance è possibile trasferire i dati di una registrazione su un computer per una successiva dettagliata analisi dei medesimi.

Il cardiofrequenzimetro (FIG. 4) è costituito da:

- una *fascia-trasmettitore*, che è in grado di decodificare il segnale in maniera da escludere interferenze da parte di un trasmettitore vicino.
- un *ricevitore* da polso.

Il Polar Vantage NV ad ogni registrazione crea un file che viene archiviato nelle memoria del ricevitore. A registrazione conclusa, grazie all'interfaccia e al software di analisi in dotazione, è possibile scaricare su un computer con sistema operativo Windows la serie temporale degli R-R.

4.4 - IL METABOLIMETRO VMAX29C (Sensormedics™)

Il metabolimetro è un'apparecchiatura molto utilizzata nella valutazione funzionale dell'atleta. Esso trova la sua più specifica indicazione nelle discipline sportive con componente aerobica, permettendo di misurare la ventilazione polmonare (V_e), il consumo di ossigeno (VO_2), la produzione di anidride carbonica (VCO_2) e tutti gli indici correlati a queste tre misure fondamentali,

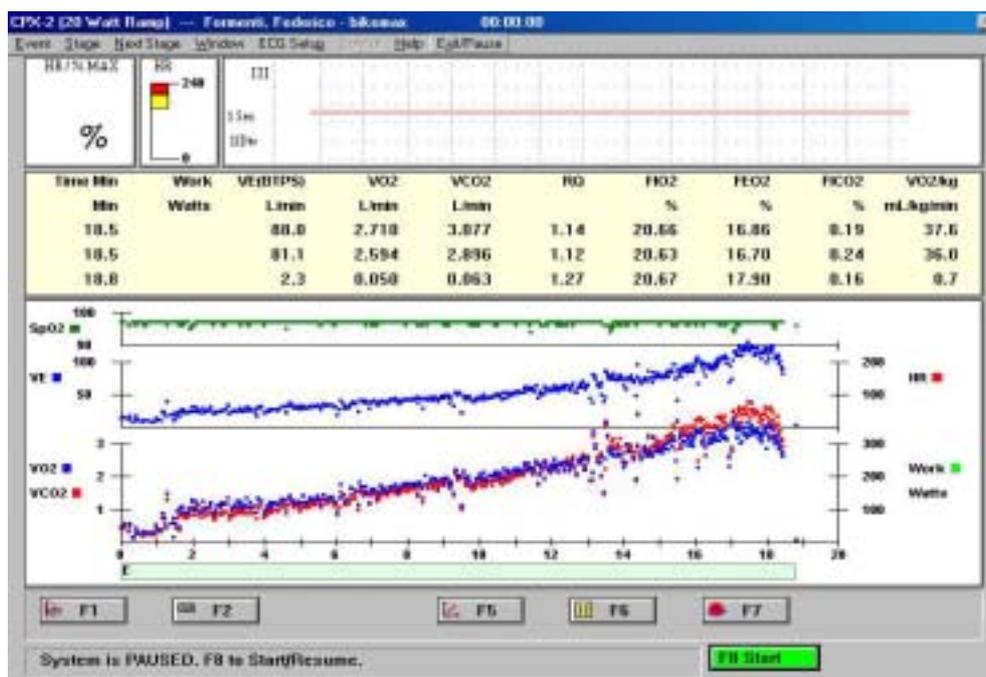


FIG. 5: Schermata del Vmax durante un test incrementale. Si distinguono i grafici del consumo di ossigeno (VO_2), di anidride carbonica (VCO_2) e della ventilazione (VE).

durante l'esecuzione di un test da sforzo in laboratorio o sul campo. Il metabolimetro da noi utilizzato, il Vmax29c della Sensormedics, è basato su un flussometro, che permette di misurare la velocità dell'aria espirata e di

determinare il volume mediante integrazioni. Il soggetto, con maschera e boccaglio muniti di sistema valvolare in/espilatorio, inspira aria ambiente ed espira attraverso il flussometro; un campione di tale aria espirata viene inviato agli analizzatori, il cui risultato appare subito sotto forma grafica nel monitor del computer grazie ad un programma elaborato dalla Sensormedics stessa. I dati, respiro per respiro, vengono inoltre memorizzati in un file cui si può successivamente accedere per ulteriori elaborazioni.

4.5 - TECHNOGYM SISTEM™ CON SOFTWARE WELLNESS TRAINER™ 4.0

Il software Wellness Trainer prevede: programmi di allenamento, con proposte di lavoro preinserite o con schede di allenamento personalizzate; test di valutazione funzionale, per rendere più facile ed agevole lo svolgimento dei test per il calcolo della potenza aerobica, della forza massima e della composizione corporea.

Con Wellness Trainer ogni programma di allenamento può essere costantemente aggiornato in base ai risultati ottenuti di seduta in seduta.

Questo programma interagisce con: chiave TGS, Wellness Export, Trainer Point, attrezzi dotati di dispositivo di lettura TGS.

CHIAVE TGS. Supporto magnetico a forma di chiave su cui è memorizzata la scheda di allenamento e sono registrati i dati relativi ai singoli esercizi e all'utente. Per fare l'esercizio essa va inserita nel dispositivo di lettura TGS.

DISPOSITIVO DI LETTURA TGS. Dispositivo applicato agli attrezzi in cui si inserisce la chiave TGS per l'interazione chiave/attrezzo.

TRAINER POINT. Collegato al PC su cui è installato il programma Wellness Trainer, è dotato di dispositivo di lettura TGS per l'interazione tra PC e chiave.

Consente di assegnare al cliente una chiave TGS, caricarne sulla chiave la scheda di allenamento corrispondente, scaricare i risultati degli esercizi dalla chiave e accedere ai dati del cliente direttamente dalla chiave TGS.



FIG. 6: Chiave TGS e Trainer Point

5 - PROTOCOLLO SPERIMENTALE

5.1 - SOGGETTI

Gli esperimenti sono stati condotti su 12 volontari maschi e 5 femmine di età compresa tra i 58 e i 76 anni. Tutti erano informati sulle modalità di svolgimento dell'esperimento e avevano accordato il loro consenso per iscritto. Il reclutamento dei soggetti è stato eseguito escludendo chi praticava regolarmente attività sportive con impegno superiore a cinque ore settimanali di allenamento e dopo aver appurato con un accurata visita medica lo stato di buona salute e l'idoneità all'esercizio fisico.

TAB. 1: Valori individuali, medie e relative deviazioni standard di età, peso e altezza dei 17 soggetti.

	SOGGETTO	ETÀ	PESO	ALTEZZA
TOP	<i>D_P</i>	68	63	171
	<i>L_M</i>	69	72	173
	<i>P_V</i>	64	78.5	175
	<i>P_F</i>	66	78	167
	<i>G_M</i>	71	65.8	161
	<i>D_A</i>	76	66.4	171
	<i>B_F</i>	60	71	161.5
	<i>M_C</i>	67	74.6	170
	<i>Z_P</i>	62	83.2	179
BIKE	<i>C_I</i>	66	61.7	151.7
	<i>R_F</i>	65	98.6	175
	<i>S_R</i>	66	76.5	164
	<i>T_F</i>	58	68	168.5
	<i>C_D</i>	66	72.5	177.5
	<i>P_A</i>	67	77	164
	<i>P_S</i>	62	72.7	174
	<i>P_R</i>	73	63.9	163
MEDIA		66.24	73.14	168.60
DEV. ST		4.37	8.68	6.87

5.2 - PROTOCOLLO

Le sessioni sperimentali consistevano in tre sedute di allenamento settimanali per un periodo di tre mesi. Ogni sessione era della durata di circa quarantacinque minuti, di cui 5-10 minuti di riscaldamento a corpo libero, 30 minuti all'ergometro e 5-10 minuti di defaticamento. I 30 minuti di esercizio erano divisi in 5 periodi in cui il soggetto lavorava ad intensità diverse stabilite partendo dalla soglia ventilatoria individuale (VT):

1°-7° minuto:	90% VT
7°-17° minuto:	100% VT
17°-20° minuto:	90% VT
20°-25° minuto:	110% VT
25°-30° minuto:	90% VT

I soggetti sono stati sottoposti ad alcuni test d'ingresso. Tutti i test sono stati ripetuti alla fine del periodo di allenamento. I test (spiegati in dettaglio successivamente) sono serviti per valutare le modificazioni indotte dall'allenamento. I test sono stati eseguiti presso il laboratorio di Fisiologia dell'Esercizio del Corso di Laurea in Scienze Motorie dell'Università di Verona, in un locale spazioso, ben areato ed illuminato, tra le 9:00 e le 17:00. I soggetti venivano preparati per la registrazione dei parametri respiratori e per la registrazione della frequenza cardiaca collegandoli alle varie apparecchiature, come di seguito descritto.

5.2.1 - TEST CARDIOLOGICO E FAMILIARIZZAZIONE

L'arruolamento allo studio prevedeva un incontro preliminare nel corso del quale veniva illustrata la ricerca e le sue modalità di esecuzione. In questa fase ogni soggetto volontario veniva sottoposto ad una visita medica preliminare. Il primo giorno in cui il soggetto visitava il laboratorio veniva eseguito un test cardiologico sul cicloergometro che aveva il doppio scopo di verificare lo stato di salute del soggetto e di farlo familiarizzare con il laboratorio e gli apparecchi di misura.

Il test cardiologico consisteva in un test incrementale al cicloergometro con incrementi di 15W al minuto. Durante il test veniva eseguito un elettrocardiogramma e venivano misurati gli scambi gassosi alla bocca con il metabolimetro.

Successivamente il soggetto eseguiva due esercizi di 3 minuti ciascuno all'archoergometro (con carichi rispettivamente di 50 e 60 watt) per acquisire dimestichezza con l'attrezzo e con il movimento poco usuale.

5.2.2 - TEST INCREMENTALI

Si sono effettuati 2 test incrementali per determinare le soglie anaerobiche individuali.

Ogni soggetto ha eseguito un test a carichi incrementali al cicloergometro (Bikerace, Technogym, Italia) ed uno all'ergometro a braccia (Top-XT Technogym, Italia).

Preparazione

Dopo un iniziale periodo di ambientamento in cui venivano spiegate ai soggetti le modalità di esecuzione dei test, essi si sedevano sull'apposito ergometro che veniva opportunamente regolato adattandolo all'altezza di ciascuno. A questo punto si applicava la fascia-trasmittitore del cardiofrequenzimetro (Polar Vantage NV) ed il boccaglio collegato al metabolimetro Vmax 29c (Sensormedics, USA).

Dopo mezz'ora dall'accensione, il metabolimetro veniva calibrato sia per la determinazione del flusso d'aria, facendo passare nel flussometro una quantità di aria nota (3 Litri), sia per la misura degli analizzatori dei gas (O₂ e CO₂) usando come riferimento due bombole a concentrazione di gas nota (una al 12% di O₂ e 5% di CO₂, l'altra al 26% di O₂ e 0% di CO₂).

La calibrazione veniva ricontrollata dopo dieci minuti, se l'errore di misura era maggiore del 3% si ripeteva la calibrazione. La verifica della calibrazione veniva ripetuta anche dopo ogni test e anche in questo caso se l'errore eccedeva il 3% si procedeva a ricalibrare lo strumento.

Esecuzione

Tutti i soggetti eseguivano prima il test con le braccia e poi quello con le gambe. Prima di ogni test venivano motivati a cercare di dare il massimo e durante i carichi più intensi venivano continuamente incitati dall'operatore a resistere alla fatica. I due test erano stati separati l'uno dall'altro da almeno 30 minuti di riposo.

Ergometro a braccia

- esecuzione di un esercizio a carico incrementale con aumenti di carico di 5 Watt ogni 60 secondi fino ad esaurimento (carico iniziale 40 Watt).

Cicloergometro

- esecuzione di un esercizio a carico incrementale con aumenti di carico di 10 Watt ogni 60 secondi fino ad esaurimento (carico iniziale 50 Watt).

5.2.3 - TEST AD ONDA QUADRA

I test ad onda quadra fanno parte del protocollo di studio ma non verranno analizzati in questa tesi. Si procede comunque ad una loro descrizione.

Ogni soggetto ha eseguito un test sul cicloergometro e un test all'ermoergometro in giorni diversi.

Preparazione

La preparazione è stata la stessa utilizzata nei test incrementali.

Esecuzione

Ogni test era suddiviso in due serie di esercizi, ciascuno ripetuto due volte.

- nel primo esercizio si lavorava per tre minuti senza carico e per i successivi sei minuti all'80% della soglia;

- nel secondo esercizio si lavorava per tre minuti senza carico e per i successivi sei minuti al 110% della soglia.

Il riposo tra le ripetizioni era di almeno 10 minuti per l'esercizio all'80% e 15 minuti per l'esercizio al 110%. In ogni caso l'esercizio successivo non iniziava prima che i parametri misurati fossero ritornati ai livelli di riposo.

5.3 - ALLENAMENTO

L'allenamento è durato complessivamente 12 settimane con una frequenza di 3 sedute settimanali.

Valutando tempi e risorse disponibili abbiamo ritenuto che 8-10 soggetti fossero il numero ideale per permetterci di procedere di pari passo con l'acquisizione e l'analisi dei dati.

Un primo gruppo di 10 soggetti ha iniziato il training il 19 novembre 2001 e lo ha terminato il 15 febbraio 2002 mentre un secondo gruppo di 10 soggetti ha cominciato il 04 marzo 2002 e ha finito il 24 maggio 2002. Complessivamente hanno terminato l'allenamento e i test 17 soggetti.

La seduta di allenamento durava 50 minuti così suddivisi:

10' riscaldamento a corpo libero

30' all'ergometro prestabilito

10' di defaticamento

I giorni dedicati all'allenamento erano il lunedì, mercoledì e venerdì. Ogni soggetto sceglieva l'orario che preferiva. L'unico limite era che ogni seduta non poteva prevedere più di 4 persone (avevamo a disposizione solo due cicloergometri e due ergometri a braccia). Abbiamo predisposto 3 turni al mattino e uno al pomeriggio. In questi orari garantivo la mia presenza. Nel caso di impedimenti i soggetti potevano recuperare la seduta anche in orari e giornate diverse da quelli prestabiliti. In questo caso, o nell'eventualità della mia assenza, erano stati predisposti dei cartelli che illustravano gli esercizi da eseguire, mentre l'assistenza all'ergometro e il monitoraggio dell'allenamento era garantito dal responsabile del Laboratorio o da altri studenti che frequentavano il laboratorio.

5.3.1 - RISCALDAMENTO

Venivano eseguiti esercizi di intonizzazione generale, rivolti anche ai gruppi muscolari non direttamente coinvolti durante il lavoro specifico all'attrezzo.

Per cercare di rendere meno monotone le sedute di allenamento, gli esercizi proposti variavano ogni volta. Lo spazio limitato di cui disponevamo ci

consentiva di svolgere solo esercizi a corpo libero sul posto o distesi a terra su appositi materassini. Il numero di persone per ogni seduta variava da due a quattro.

5.3.2 - ERGOMETRO

I soggetti venivano fatti accomodare all'ergometro stabilito (lo stesso per tutto il periodo di allenamento), opportunamente regolato in base alle misure antropometriche del soggetto. Il numero di rivoluzioni per minuto (RPM) era costante per tutta la durata dell'allenamento (tra 60 e 70 RPM). Durante ogni seduta veniva registrata la frequenza cardiaca con un cardiofrequenzimetro.

La seduta di allenamento durava 30 minuti divisi in 5 parti di durata di 7, 10, 3, 5 e 5 minuti. I carichi del primo, del terzo e del quinto step erano al 90% della soglia ventilatoria (VT) individuale, quelli del secondo al 100% di VT e quelli del quarto al 110% VT.

5.3.3 - DEFATICAMENTO

Al termine della seduta all'ergometro i soggetti svolgevano con me dieci minuti di stretching. I muscoli interessati erano principalmente quelli utilizzati nell'allenamento.

Gli esercizi erano mirati all'allungamento muscolare, a migliorare la flessibilità del cingolo scapolo-omerale e dell'articolazione coxo-femorale, e alla mobilità del rachide.

Lo scopo era quello di rallentare gradualmente i battiti cardiaci e rilassare la muscolatura.

5.4 - MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO CARICHI

Durante l'allenamento i soggetti lavoravano con tre carichi di lavoro diversi. Un carico al 90% di VT (1, 3 e 5 step), uno al 100% di VT (2 step) e uno al 110% di VT (4 step). Ad ogni step corrispondeva una frequenza cardiaca individuale di

riferimento. La frequenza di VT era quella raggiunta durante il test incrementale. Quella del 110% era quella raggiunta durante il test ad onda quadra soprasoglia mentre quella al 90% era data dall'interpolazione dei dati tra il test ad onda quadra sottosoglia (80%) i valori in soglia e sopra soglia (110%). La fine di ogni step veniva registrata tramite un marker sul ricevitore da polso Polar. Al termine di ogni seduta, i file di ogni soggetto venivano scaricati e archiviati su un personal computer utilizzando l'apposita interfaccia.



FIG. 7: Grafico della frequenza cardiaca registrato durante una seduta di allenamento grazie al programma Polar Vantage. I marker rossi indicano la fine di ogni step.

La frequenza cardiaca media degli ultimi 30 secondi di ogni step era inserita su una tabella che riportava i carichi di lavoro eseguiti e le frequenze cardiache raggiunte per ogni allenamento da ciascun soggetto (tab. 2). Questa tabella era collegata ad un grafico che veniva continuamente aggiornato in base alle modifiche apportate. Esso riportava per ogni seduta di allenamento, per ogni carico (90-100-110%) e per ogni soggetto i watt eseguiti e la frequenza cardiaca raggiunta. Ponendo delle rette a livello della frequenza target era di facile comprensione l'andamento dell'allenamento e l'adeguamento della frequenza cardiaca (Fig. 8).

Tabella 2: Tabella su cui venivano riportate le frequenze cardiache medie degli ultimi 30 secondi di ogni step e i watt

soggetto	target HR	step	II sett			
			11-Mar	13-Mar	15-Mar	
	130	1°step 90%	hr	130	128	125
			w	110	110	110
	141	2°step 100%	hr	145	139	132
			w	121	121	121
<i>T.F.</i>	130	3°step 90%	hr	142	136	127
			w	110	110	110
	150	4°step 110%	hr	152	147	141
			w	130	130	130
	130	5°step 90%	hr	145	141	133
			w	121	121	121

B. Fiorenza 90%

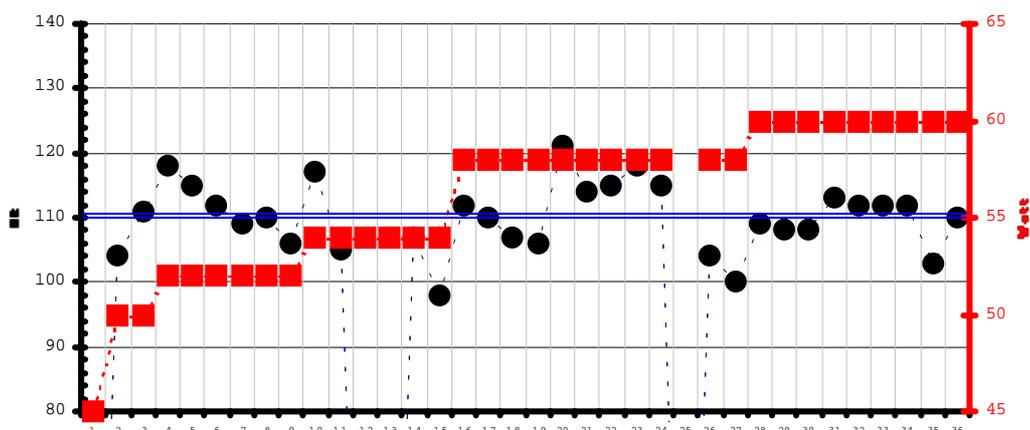


FIG. 8: esempio del grafico per il monitoraggio dell'allenamento. Sull'asse delle X il numero di allenamenti, in rosso i watt di ogni seduta e in nero le frequenze cardiache raggiunte. La riga blu mostra la frequenza cardiaca target per quel soggetto a quel carico di lavoro.

I carichi di lavoro di ogni soggetto rimanevano uguali per due settimane alla fine delle quali si procedeva al ricalcolo dei carichi di lavoro. Per ogni soggetto venivano mediate le due prestazioni migliori e, dopo aver rappresentato graficamente il risultato delle medie (F_c) e il corrispondente carico di lavoro (Watt), su di esse si calcolava la regressione lineare (tab. 3 e figura. 9). Per il

calcolo si utilizzavano le frequenze raggiunte negli ultimi 30 secondi del primo, del secondo e del quarto step.

La funzione di regressione ottenuta serviva per calcolare i carichi che il soggetto doveva sostenere per raggiungere le frequenze di riferimento. Infatti inserendo al posto della y la frequenza cardiaca di riferimento e risolvendo la funzione per x si ottiene il carico da assegnare al soggetto.

TAB. 3: tabella per il calcolo dei nuovi watt da applicare ai soggetti

Intensità	Prestazioni migliori		MEDIA	Target hr	nuovi W	Media Watt	Media HR
90%	129	116	122.5	130	120	116	125.6
	116	116	116	141	131	128	139
100%	140	131	135.5	150	139	138	148.2
	128	128	128				
90%	138	132	135				
	116	116	116				
110%	150	142	146				
	138	138	138				
90%	139	138	138.5				
	116	116	116				

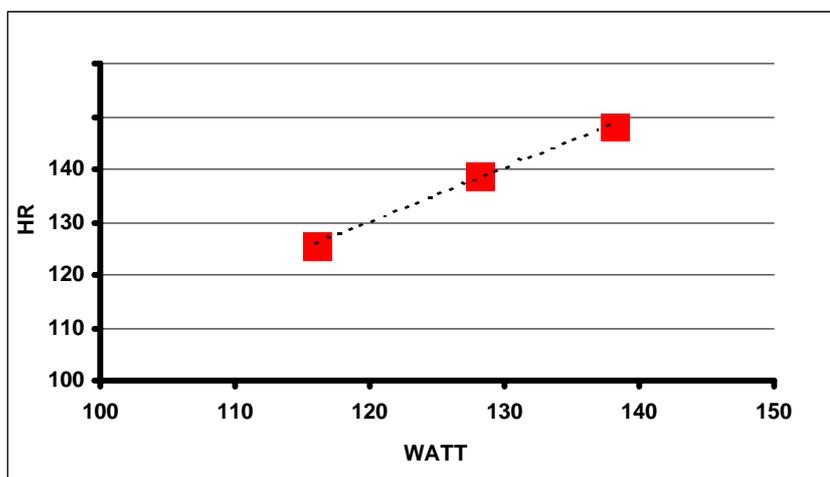


FIG 9: grafico che mostra la regressione lineare utilizzata per il calcolo dei watt. Sull'asse delle X i watt, su quello delle Y la Fc. Risolvendo la funzione per X (watt) ponendo per y (Fc) i valori delle frequenze target, per ogni frequenza target si ottengono i valori per adeguare il carico delle sedute di allenamento

5.4.1 - IL SOFTWARE WELLNESS TRAINER E LA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO

Come abbiamo visto il laboratorio era dotato di ergometri della ditta Technogym. Questi ergometri sono dotati di un sistema (technogym system o TGS) che permette di programmare e registrare le sedute di allenamento su un'apposita chiave magnetica. Inserendo la chiave nel lettore posto su ogni macchina vengono automaticamente impostati il tempo e il carico di lavoro prestabiliti.

Modalità d'uso. Dopo aver assegnato ad ogni soggetto una chiave si entra nel menù principale



FIG. 11: Lista utenti

Si entra in *Schede di allenamento*

E successivamente in *Assegna scheda utente*

dopo aver scelto dalla lista, precedentemente compilata, il nome del soggetto, si sceglie il *programma di allenamento*

Premendo il tasto conferma dopo aver scelto il tipo di training voluto si può configurare la seduta come meglio si crede, nel nostro caso inserendo tre sedute di allenamento, ciascuna di cinque step di diversa durata, come già descritto, e impostando il carico di watt voluto.



FIG. 12: Pagina per l'impostazione dei carichi di lavoro

Premendo un'ulteriore volta *conferma* ed inserendo la chiave nel *Trainer point*, tutti i dati vengono memorizzati sulla chiave.

L'allenamento per una settimana è così pronto, basterà inserire la chiave nell'ergometro prescelto.

5.5 - TEST FINALI

Al termine del periodo di allenamento, di tre mesi, venivano svolti nuovamente dei test.

Sono stati ripetuti i test preliminari con le stesse modalità di preparazione ed esecuzione, ossia test incrementali su armoergometro e cicloergometro e test ad onda quadra.

I carichi utilizzati per i test ad onda quadra al 80% e al 110% avevano la stessa intensità relativa, ossia i watt venivano calcolati sulla base del test incrementale finale.

Questi test vedevano i soggetti impegnati per altre tre giornate.

6 - RISULTATI

L'analisi dei risultati avviene su due piani: analizzando l'allenamento e la variazione di carichi in watt tra l'inizio e la fine del training; confrontando i risultati dei test preliminari con quelli dei test finali.

6.1 - ALLENAMENTO

Le tabelle n. 4, 5, 6 riportano per ogni soggetto i watt sostenuti ad inizio e a fine allenamento per ogni step, ovvero al 90% (TAB. 4), al 100% (TAB. 5) e al 110% (TAB. 6) VT.

TAB. 4: valori singoli, medie, deviazioni standard, incrementi espressi in watt e in percentuale dei Watt ad inizio e fine allenamento per il carico al **90%** di VT.

	SOGGETTI	W INIZIALI	W FINALI	INCR. W	INCR. %
TOP	<i>D_P</i>	60	69	9	13.0%
	<i>L_M</i>	50	63	13	20.6%
	<i>P_V</i>	88	105	17	16.2%
	<i>P_F</i>	50	57	7	12.3%
	<i>G_M</i>	52	60	8	13.3%
	<i>D_A</i>	50	56	6	10.7%
	<i>B_F</i>	52	66	14	21.2%
	<i>M_C</i>	54	68	14	20.6%
	<i>Z_P</i>	68	74	6	8.1%
BIKE	<i>C_I</i>	56	69	13	18.8%
	<i>R_F</i>	63	74	11	14.9%
	<i>S_R</i>	77	85	8	9.4%
	<i>T_F</i>	108	125	17	13.6%
	<i>C_D</i>	90	107	17	15.9%
	<i>P_A</i>	74	87	13	14.9%
	<i>P_S</i>	72	81	9	11.1%
	<i>P_R</i>	99	120	21	17.5%
		TOTALE	68.41	***80.35	11.94
	Dev.st	18.52	21.65	4.44	3.97%
	TOP	58.22	***68.67	10.44	15.12%
	Dev.st	12.67	14.83	4.10	4.78%
	BIKE	79.88	***93.50	13.63	14.52%
	Dev.st	17.80	21.14	4.44	3.12%

*=P<0.05 **=P<0.01 ***P=<0.001

L'allenamento ha prodotto un incremento totale del 14.84%, equamente diviso tra lavoro con le braccia (15.12%) e lavoro con le gambe (14.52%).

Tutti i soggetti sono migliorati e gli incrementi vanno da un minimo dell'8% ad un massimo del 21%.

TAB. 5: valori singoli, medie, deviazioni standard, incrementi espressi in watt e in percentuale dei Watt ad inizio e fine allenamento per il carico al **100%** di VT.

	SOGGETTI	W INIZIALI	W FINALI	INCR. W	INCR. %
TOP	<i>D_P</i>	65	73	8	11.0%
	<i>L_M</i>	55	66	11	16.7%
	<i>P_V</i>	95	111	16	14.4%
	<i>P_F</i>	55	60	5	8.3%
	<i>G_M</i>	57	65	8	12.3%
	<i>D_A</i>	55	71	16	22.5%
	<i>B_F</i>	57	72	15	20.8%
	<i>M_C</i>	60	71	11	15.5%
	<i>Z_P</i>	75	83	8	9.6%
BIKE	<i>C_I</i>	64	73	9	12.3%
	<i>R_F</i>	70	84	14	16.7%
	<i>S_R</i>	86	94	8	8.5%
	<i>T_F</i>	120	125	5	4.0%
	<i>C_D</i>	100	113	13	11.5%
	<i>P_A</i>	82	95	13	13.7%
	<i>P_S</i>	80	88	8	9.1%
	<i>P_R</i>	110	131	21	16.0%
	TOTALE	75.65	***86.76	11.12	13.12%
	Dev.st	20.59	21.73	4.36	4.70%
	TOP	63.78	***74.67	10.89	14.58%
	Dev.st	13.41	15.04	4.01	4.86%
	BIKE	89.00	***100.38	11.38	11.48%
	Dev.st	19.45	20.51	4.98	4.20%

*=P<0.05 **=P<0.01 ***P=<0.001

Come per il carico al 90% di VT, anche nel carico all'100% della soglia l'incremento medio è stato maggiore del 10%. A questo carico si è avuto un miglioramento maggiore nei soggetti che si sono allenati con le braccia (14.58%) rispetto a quelli che si sono allenati con le gambe (11.48%)

TAB. 6: valori singoli, medie, deviazioni standard, incrementi espressi in watt e in percentuale dei Watt ad inizio e fine allenamento per il carico al **110%** di VT.

	SOGGETTI	W INIZIALI	W FINALI	INCR. W	INCR. %
TOP	D_P	70	78	8	10.3%
	L_M	61	68	7	10.3%
	P_V	102	122	20	16.4%
	P_F	60	63	3	4.8%
	G_M	62	72	10	13.9%
	D_A	60	76	16	21.1%
	B_F	66	78	12	15.4%
	M_C	66	73	7	9.6%
	Z_P	80	89	9	10.1%
BIKE	C_I	70	78	8	10.3%
	R_F	77	90	13	14.4%
	S_R	94	104	10	9.6%
	T_F	132	135	3	2.2%
	C_D	110	119	9	7.6%
	P_A	90	100	10	10.0%
	P_S	88	95	7	7.4%
	P_R	121	139	18	12.9%
	TOTALE	82.88	***92.88	10.00	10.95%
	Dev.st	22.46	23.62	4.66	4.48%
	TOP	69.67	***79.89	10.22	12.41%
	Dev.st	13.69	17.37	5.14	4.78%
	BIKE	97.75	***107.50	9.75	9.30%
	Dev.st	21.49	21.65	4.40	3.74%

*=P<0.05 **=P<0.01 ***P=<0.001

Il carico sopra soglia è stato quello in cui si è verificato l'aumento minore, comunque in media superiore al 10%.

Anche in questo caso l'aumento è stato maggiore nel gruppo top (12.41%) rispetto al gruppo bike (9.30%).

6.2 TEST

I seguenti grafici mostrano i dati relativi ai test svolti.

Sono riportati i dati dei test iniziali (PRE) e finali (POST). Ogni grafico si riferisce ad un determinato parametro analizzato (WATT, HR, VO2) sullo specifico attrezzo.

Nel test incrementale sul cicloergometro i soggetti hanno avuto un incremento della massima potenza del 12,36% (149.71w vs.133.24). L'incremento è stato doppio (17.14% vs. 8.25%) nei soggetti che hanno fatto l'allenamento alla bike rispetto a quelli che si sono allenati sul top (Fig.13).

Nei test finali, nella bike c'è stato un maggior aumento relativo rispetto al top.

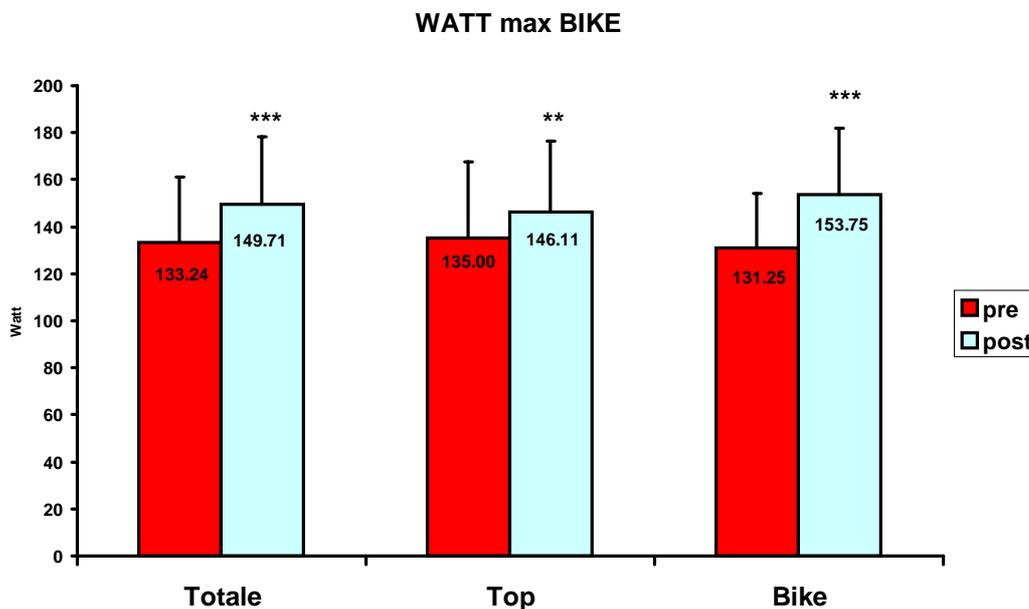


FIG. 13: Valori medi e relative deviazioni standard dei Watt massimi raggiunti durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

Nel test sull'ergometro a braccia l'incremento totale è stato del 13.65%. Questo incremento è dovuto soprattutto all'incremento dei soggetti che si sono allenati con le braccia (+ 20.28 w) rispetto a quelli che si sono allenati con le gambe (+ 6.25 w). Da questi dati e da quelli del grafico precedente possiamo dire che l'aumento della potenza è maggiore quando il test è svolto sullo stesso ergometro utilizzato nell'allenamento. Inoltre l'allenamento con le braccia ha dato variazioni percentuali più ampie rispetto all'allenamento con le gambe.

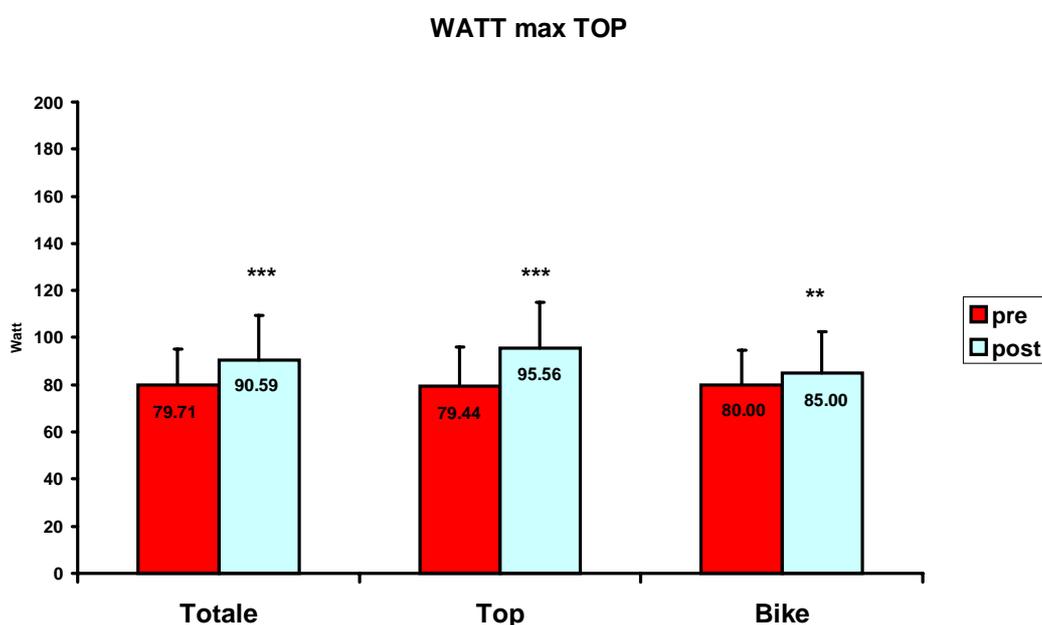


FIG. 14: Valori medi e relative deviazioni standard dei Watt massimi raggiunti durante il test incrementale all'ergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

WATT VT BIKE

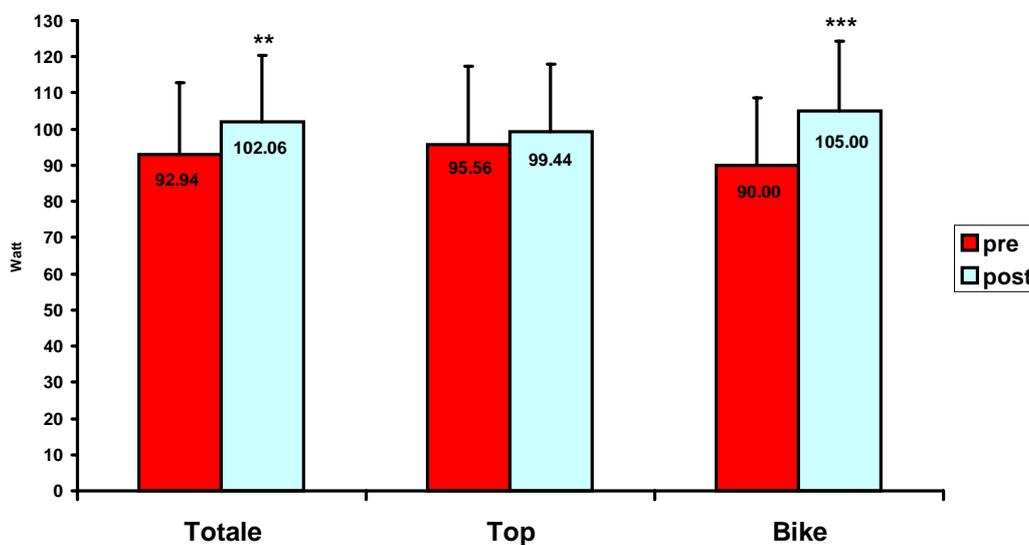


FIG. 15: Valori medi e relative deviazioni standard dei Watt relativi alla soglia raggiunti durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

WATT VT TOP

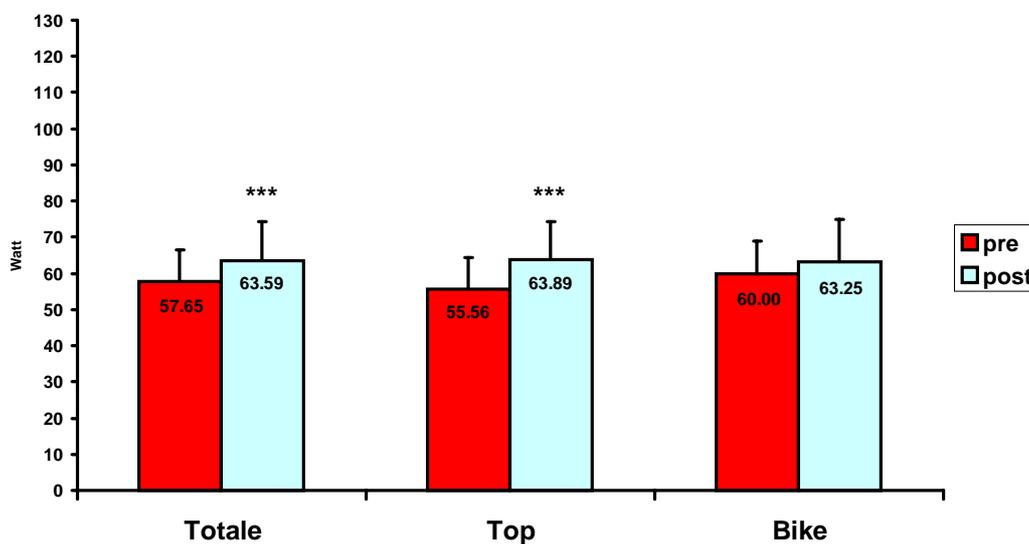


FIG. 16: Valori medi e relative deviazioni standard dei Watt relativi alla soglia raggiunti durante il test incrementale all'armergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

Osservando i carichi durante la soglia notiamo un incremento generale sia nel test al cicloergometro (102.06vs92.94w; +9.81%) (Fig.15), sia nel test all'armoergometro (63.59vs57.65w; +10.31%) (Fig.16).

Analizzando i due gruppi separatamente si nota che l'incremento dei watt in soglia è significativo solo rispetto all'ergometro specifico di allenamento. L'incremento è del 16.67% (105W vs. 90W) nei soggetti che si sono allenati con il cicloergometro e del 15.00% (63.89W vs. 55.56W) per i soggetti che si sono allenati con le braccia.

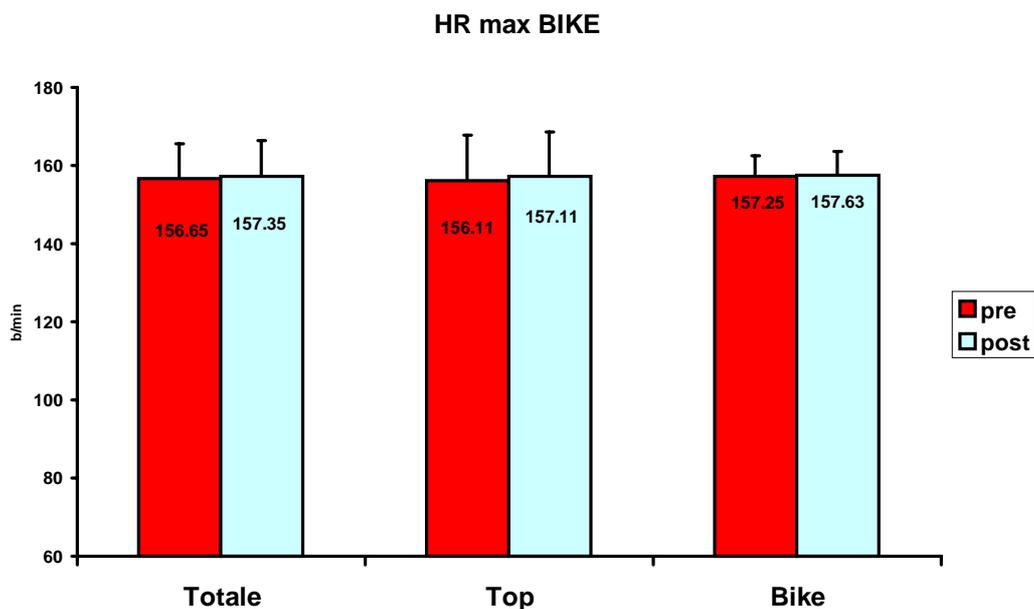


FIG. 17: Valori medi e deviazione standard della frequenza cardiaca massima raggiunta durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

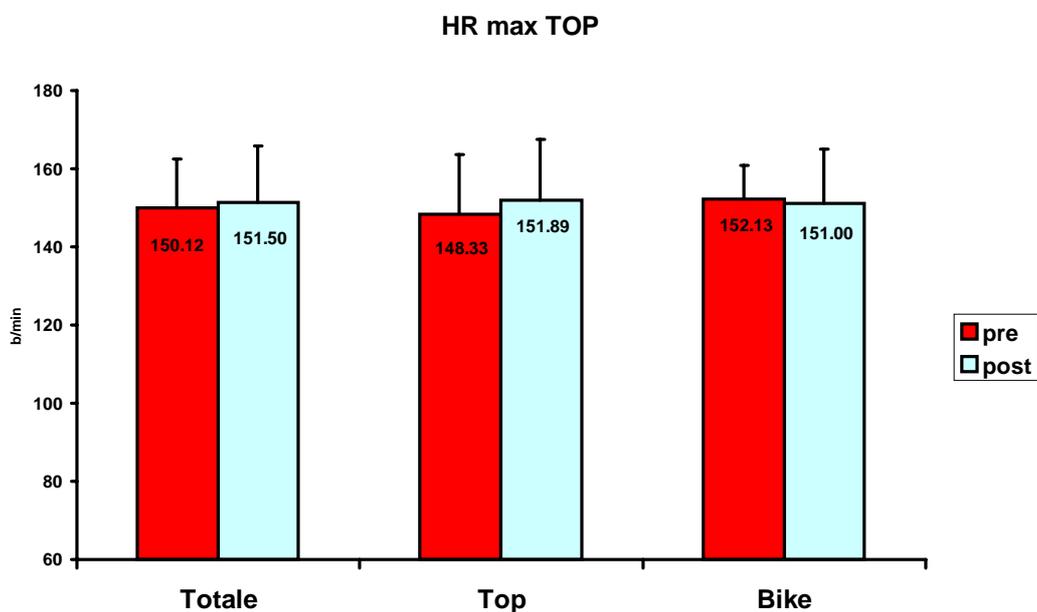


FIG. 18: Valori medi e deviazione standard delle frequenze cardiache massimi raggiunte durante il test incrementale all'armergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

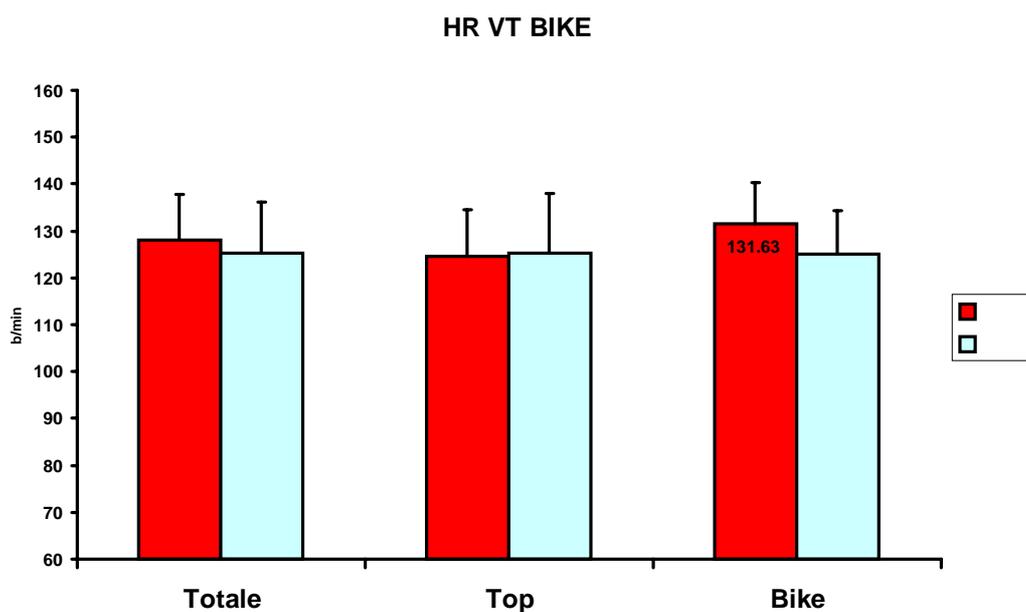


FIG. 19: Valori medi e deviazione standard della Fc di soglia raggiunte durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *=P<0.05; **=P<0.01; ***=P<0.001

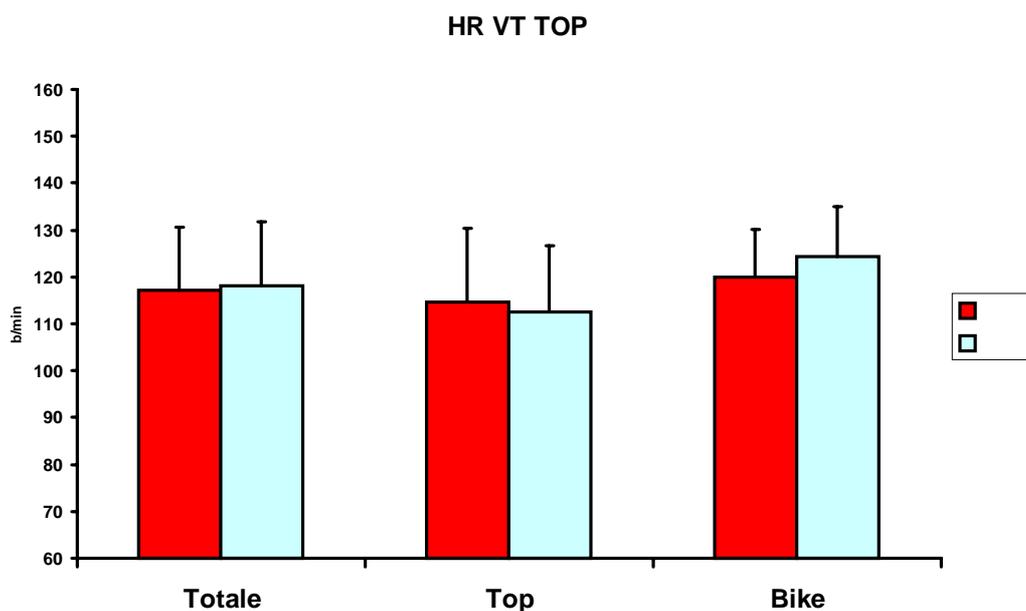


FIG. 20: Valori medi e deviazione standard delle Fc di soglia raggiunte durante il test incrementale all'armergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *=P<0.05; **=P<0.01; ***=P<0.001

Nell'analisi delle frequenze cardiache raggiunte in soglia e di quelle massimali non vi è alcuna differenza significativa tra i test iniziali e i test a fine allenamento.

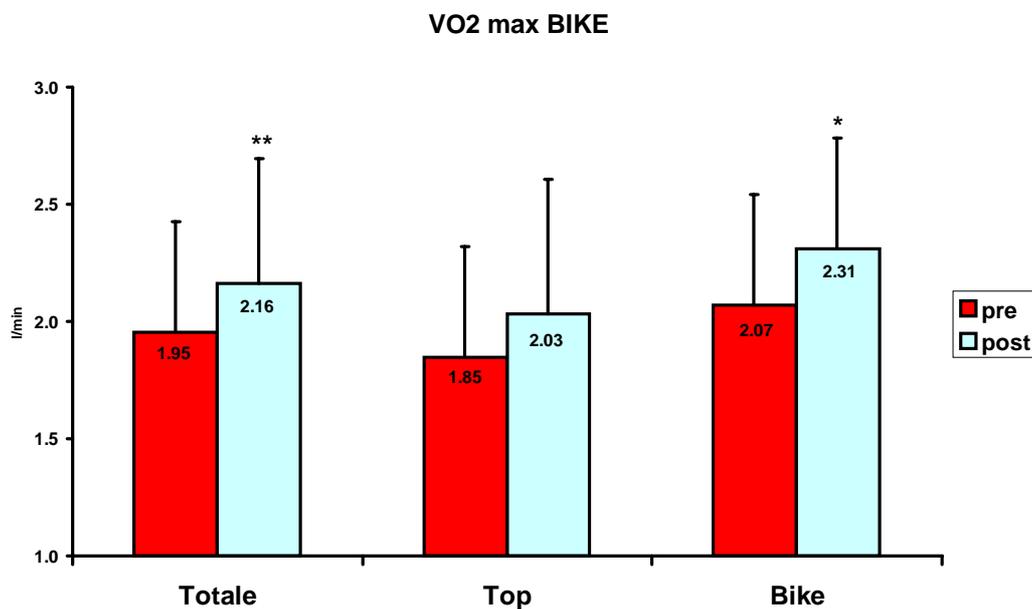


FIG. 21: Valori medi e deviazione standard del massimo consumo di O₂ durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

Il massimo consumo di ossigeno al cicloergometro (fig.21) è aumentato del 10.83% (2.16 l/min vs 1.95 l/min). L'incremento è leggermente maggiore nei soggetti che si sono allenati con la bike (+ 11.76%) rispetto a quelli allenati sul top (+ 9.90%). Quest'ultimo dato però non raggiunge significatività statistica, sia a causa della dispersione dei dati sia a causa dell'esigua numerosità del campione.

VO2 max TOP

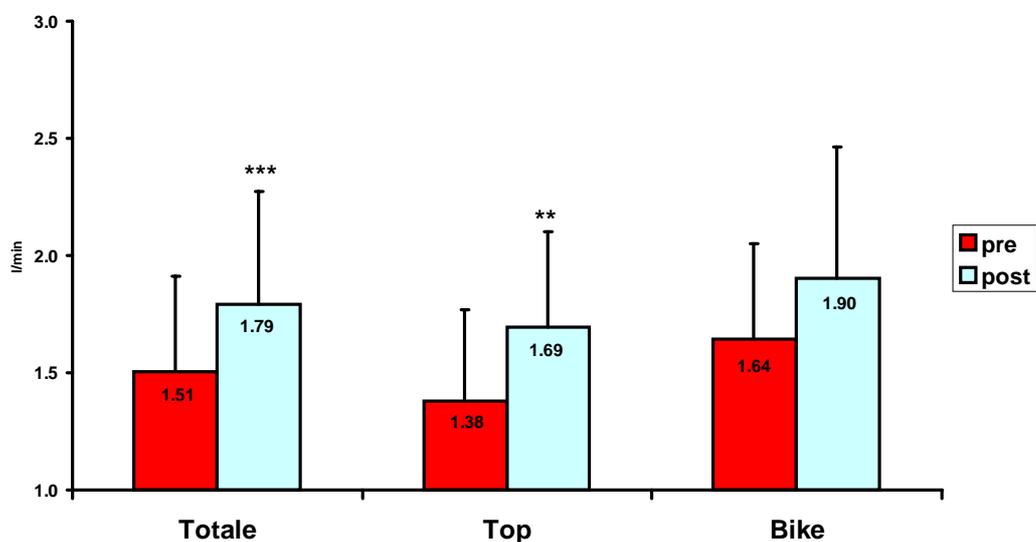


FIG. 22: Valori medi e deviazione standard del massimo consumo di O₂ durante il test incrementale all'armonometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

Il consumo massimo di ossigeno nel test al top (Fig.22) mostra un notevole incremento nel test post training (+ 18.96%). Il gruppo top ha aumentato il VO_{2MAX} del 22.42%, il gruppo bike del 15.64%.

Notiamo che il VO_{2MAX} al top è aumentato quasi del doppio rispetto alla bike (18.96% vs. 10.83%). Il risultato migliore è stato ottenuto nel test al top dai soggetti che si sono allenati al top.

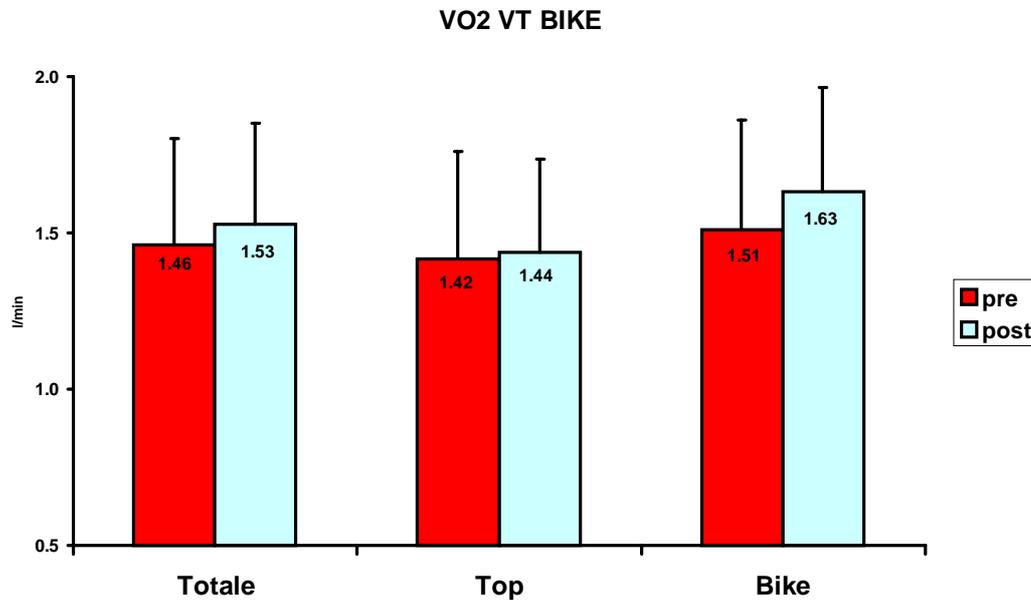


FIG. 23: Valori medi e deviazione standard del consumo di O₂ relativo alla soglia durante il test incrementale al cicloergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *=P<0.05; **=P<0.01; ***=P<0.001

Il consumo di ossigeno durante la soglia nel test al cicloergometro non mostra differenze significative nel confronto post/pre allenamento (Fig.23).

Si nota una tendenza all'aumento nei soggetti che si sono allenati con la bike (1.63 l/min vs. 1.51 l/min) ma questo aumento non raggiunge la significatività statistica.

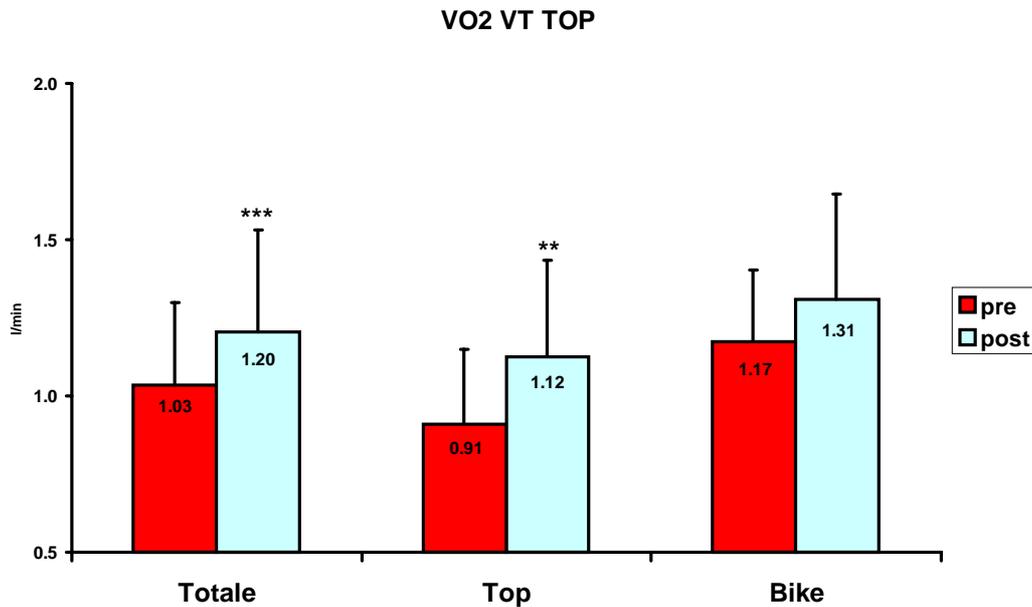


FIG. 24: Valori medi e deviazione standard del consumo di O₂ relativo alla soglia durante il test incrementale all'armonergometro. In rosso i test prima dell'allenamento (PRE), in azzurro i test dopo l'allenamento (POST). *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ***= $P < 0.001$

Il confronto post/pre training durante i test all'ergometro a braccia (Fig.24) indica un aumento del VO2 di soglia totale del 16.51%.

Questo aumento è in buona parte dovuto all'incremento del consumo di ossigeno dei soggetti che si sono allenati con il top (+ 23.52%) mentre l'aumento del gruppo bike (11.48%) non è significativo.

7 – DISCUSSIONE

Abbiamo visto che la popolazione anziana è il segmento della popolazione che sta crescendo più rapidamente e che l'invecchiamento è associato con una progressiva degenerazione delle funzioni vitali. I fattori che influenzano l'invecchiamento sono molti (stile di vita, predisposizione genetica, malattie) e interagiscono tra di loro. Quindi, di fronte al progressivo allungamento della vita, l'incremento degli anni passati in buona salute e la riduzione degli anni passati in condizioni di disabilità e dipendenza sono due obiettivi fondamentali ed è necessario individuare il maggior numero di parametri suscettibili ad essere modificati positivamente. Negli anni passati la scienza ha dato molta rilevanza alla diagnosi e alla cura delle patologie ottenendo risultati di grande significato, nel futuro forse un ruolo cruciale sarà a carico dell'assetto genetico individuale ma al momento attuale sembra necessario agire in primo luogo sugli stili di vita tra i quali un ruolo di primo piano spetta all'attività fisica.

Dalla letteratura si riscontra come sia fondamentale l'esercizio fisico per soggetti non più giovani, sia per il miglioramento della loro qualità di vita sia per la prevenzione di malattie cardiovascolari e disturbi fisici più generici causati dall'invecchiamento. Naturalmente non è sufficiente affermare che l'esercizio fisico migliora la qualità della vita, ma è necessario determinare e misurare in quale misura e quali sono i meccanismi attraverso i quali l'esercizio fisico migliora le capacità funzionali degli individui.

I risultati presentati in questa tesi riguardano i risultati di un programma di allenamento di tre mesi svolto su soggetti anziani sani.

I soggetti sono stati divisi in due gruppi, un gruppo si è allenato con gli arti inferiori sull'ergometro a braccia, l'altro con gli arti inferiori sul cicloergometro. I carichi svolti sono stati proporzionalmente uguali (90%, 100%, 110% VT) per tutti i soggetti e l'impegno è stato di 3 mesi per 3 giorni alla settimana per un totale di 36 sedute di allenamento di 30 minuti ciascuna. I tempi e le intensità di

allenamento sono state scelte in base alle direttive dell'American College of Sport Medicine valutando quale fosse la durata ideale da un lato per garantire un sufficiente adattamento cardiocircolatorio, dall'altro per non proporre un allenamento troppo noioso ai soggetti. Anche per l'intensità si è cercato un compromesso tra la necessità di ottenere un effetto allenante e la necessità di non intimorire i soggetti con carichi di lavoro troppo alti per la loro percezione dello sforzo.

Per la programmazione e il monitoraggio dell'allenamento avevamo a disposizione un sistema (il Technogym System) che ci permetteva di programmare e monitorare le sedute di allenamento. Il programma prevede che, una volta programmato l'allenamento, il soggetto deve indossare la fascia cardiaca e inserire la chiave nel lettore dell'attrezzo seguendo le istruzioni che compaiono sul display ed eseguendo il carico di lavoro preordinato. Alla fine della seduta la chiave magnetica viene letta da un apposito sistema per conoscere le frequenze cardiache raggiunte dal soggetto. Nella nostra esperienza il sistema si è rivelato troppo rigido, ed in parte riduttivo, per le esigenze di monitoraggio previste dal protocollo e quindi il controllo dell'allenamento è avvenuto con un cardiofrequenzimetro e i dati sono stati inseriti manualmente su un foglio di calcolo (tab. 2). Le sedute venivano programmate secondo lo schema previsto per due settimane. Alla fine delle due settimane si valutavano gli eventuali miglioramenti e si ri-programmava l'allenamento per le due settimane successive (cap. 5.4).

Analizzando i risultati dell'allenamento possiamo dire che tutti i soggetti hanno risposto positivamente al training incrementando la potenza erogata a parità di frequenza cardiaca. l'incremento medio è stato del 15% per il carico al 90%VT, del 13% per il carico al 100%VT e dell'11% per il carico al 110%VT. L'incremento maggiore si è avuto nel carico inferiore e l'incremento minore nel carico più intenso. Separando i risultati per le due modalità di allenamento si nota una certa corrispondenza nei miglioramenti al carico inferiore, mentre nei carichi più intensi il miglioramento maggiore si è ottenuto con l'allenamento con gli arti superiori (14.5% vs 11.5% al 100%: 12.5% vs. 9.3% al 110%). Il motivo di questa

differenza potrebbe essere dovuto al fatto che, essendo l'esercizio all'armoergometro inusuale, i margini di miglioramento erano maggiori.

I dati dei test incrementali hanno confermato questa tendenza. L'incremento del massimo carico meccanico è stato del 17% nel confronto pre/post al cicloergometro per i soggetti che si sono allenati con le gambe. Il gruppo braccia nello stesso test ha avuto un incremento dell'8.2%. Lo stesso confronto nel test all'ergometro a braccia ha messo in risalto un notevole aumento del gruppo allenatosi con lo stesso ergometro (+20.3%) rispetto a chi si era allenato con le gambe (+6.25%). Se analizziamo i valori dei watt alla soglia prima e dopo l'allenamento notiamo che l'incremento è significativo solo rispetto all'ergometro specifico di allenamento. L'incremento è del 16.7% nel gruppo TOP e del 15% nel gruppo BIKE.

I dati del consumo di ossigeno mostrano una alta dispersione, un fenomeno usuale considerando una popolazione anziana, e quindi l'inferenza statistica ha permesso solo in alcune circostanze di evidenziare differenze significative. Possiamo dire che i dati di VO_{2MAX} mostrano un aumento sia nei test al cicloergometro (+10.8%) che all'ergometro a braccia (+18.96%). Il miglioramento maggiore è stato ottenuto dai soggetti che si sono allenati con le braccia nel test al TOP (+22.4%). I dati del consumo di ossigeno a livello di VT (soglia anaerobica ventilatoria) sono probabilmente i risultati che sorprendono maggiormente. Infatti il test al cicloergometro nel confronto pre/post di questa variabile non ha fornito differenze significative. Si nota solamente una tendenza all'aumento nel gruppo BIKE che però non raggiunge significatività statistica. Lo stesso confronto nel test all'armoergometro mostra un aumento totale (gruppo BIKE + gruppo TOP) del 16.51%. L'aumento è in larga parte dovuto al gruppo TOP (+23.5) rispetto al gruppo BIKE (+11.48), dato quest'ultimo che non raggiunge significatività statistica. Possiamo quindi notare che il gruppo TOP è migliorato nel test sulla BIKE in misura maggiore rispetto al gruppo BIKE nel test al TOP. Questo ci induce a pensare che l'allenamento con le braccia causa un miglioramento della funzione cardio-vascolare (trasporto dell'ossigeno) almeno paragonabile all'esercizio con gli arti inferiori. Inoltre il miglioramento del consumo di

ossigeno durante la soglia è significativo solo nel test all'armonometro per il gruppo TOP. Sembra quindi che allenare masse muscolari piccole in un esercizio non usuale induca un notevole adattamento periferico che si manifesta in una migliore estrazione dell'ossigeno trasportato dal sangue. Questo avvalorava la tesi che, nell'anziano, la componente periferica sia il fattore limitante che maggiormente inficia l'utilizzo dell'ossigeno e che allo stesso tempo risponde nel modo più significativo allo stimolo allenante.

La frequenza cardiaca non ha mostrato nessuna differenza significativa nel confronto PRE/POST. Anche la frequenza cardiaca a riposo non ha mostrato differenze sostanziali prima e dopo il periodo di allenamento. Probabilmente il periodo di allenamento (3 mesi) e le sedute di allenamento relativamente corte (30 minuti) non sono stati sufficienti per un apprezzabile adattamento cardiocircolatorio e neurovegetativo.

Ci sembra anche opportuno in questa sede riportare le testimonianze dei partecipanti alla ricerca, seppure una indagine di tipo psicologico e motivazionale non fosse compresa nel nostro protocollo.

Gli anziani hanno affermato unanimemente di aver trovato giovamento sia fisico che mentale dall'attività fisica svolta. La loro elasticità di movimenti e flessibilità ne è risultata migliorata, la loro vitalità aumentata. Nello svolgere le loro faccende domestiche hanno provato un minor senso di affaticamento ed una migliorata efficienza.

In conclusione possiamo affermare che i risultati ottenuti in questa ricerca dimostrano l'utilità di promuovere l'attività fisica nelle persone anziane. Il programma di allenamento da noi utilizzato ha portato a ottimi miglioramenti della prestazione e quindi potrebbe essere proposto su vasta scala. In particolare abbiamo dimostrato che anche lavorando solo con gli arti superiori si possono ottenere miglioramenti paragonabili a quelli con gli arti inferiori. Il Wellness

System di Technogym si è rivelato un valido supporto per la programmazione e il monitoraggio del training anche se potrebbe essere di grande utilità un ampliamento delle possibilità di memoria e di gestione dei dati di frequenza cardiaca che nel lavoro con soggetti “speciali” assume un valore peculiare di verifica e controllo anche in senso preventivo.

RINGRAZIAMENTI

Alcuni ringraziamenti a chi ha permesso la realizzazione di questo lavoro:

- Technogym srl. per le attrezzature.
- Progetto “La Salute nel Movimento” del Comune di Verona e dell’USL 20 per il reclutamento dei soggetti
- CNR di Milano
- CeBiSM di Rovereto
- Federico Schena: Direttore del CeBiSM di Rovereto
- Antonio Cevese: Professore di Fisiologia del Corso di Laurea in Scienze Motorie di Verona.
- Filippo Balestreri: Ricercatore presso il CeBiSM di Rovereto
- Silvia Pogliaghi: Dottoranda presso il CNR di Milano
- Paolo Terziotti: responsabile del Laboratorio di Fisiologia dell’Esercizio del Corso di Laurea in Scienze Motorie di Verona

un sentito ringraziamento va inoltre a tutti i soggetti che, con pazienza e disponibilità, hanno partecipato allo studio.

BIBLIOGRAFIA

- “L’aspettativa di vita è cresciuta di ventanni” in “Il fisioterapista”, n.2, marzo-aprile, 1999
- Belloro O., Fabris F., Ferrario E., Guglielmino A., Iperoni A., Trolett G., “L’anziano, il corpo, il movimento” La Nuova Italia Scientifica –Roma 1993-
- “L’invecchiamento della specie umana” in “Le scienze”, n.298, giugno 1993
- Mariotto F., “Invecchiare con successo”, Collana scienze e sport, Stampa Sportiva – Roma 1994 –
- “Non è mai troppo tardi” in “Le scienze”,n.400, dicembre 2001
- ACSM Position Stand. *Exercise and physical activity fpr older adults.* Med Sci Sports Exerc 1998; 30 (06);9921008
- Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS, *Exercise intensity and longevity in men: the Harvard Alumni Health study.* JAMA 1995;273;1179-84
- Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF,el al. *Endurance training in older men and women I. Cardiovascular responses to exercise*
- Evans WJ, *Exercise training guideless for the elderly.* Med Sci Sports Exerc 1999;31 (1) 12-7
- Robert S. Mazzeo, Hirofumi Tanaka *Exercise prescription for the elderly, current raccomandations,* Sport Med 2001; 31 (11); 809-818
- Roy J. Shephard *Attività fisica, invecchiamento e salute,* McGraw-Hill Libri Italia 1998
- Cherubini A., Rossi R., Senin U., *Attività fisica e invecchiamento. Una guida per la promozione della salute in età avanzata* EdiSes, Napoli,2002-07-04
- Coggan, A. R., J. Spina, D. S. King, M.A. Rogers, M. Brown, P.M. Nemeth, and J. O. Holloszy *Skeletal muscle adaptation to endurance training in 60- to 70-yr-old men and women,* J Appl. Physiol. 72: 1780-1786,1992

- Marsh, G. D. , D. H. Paterson, R. T. Thompson, P.K. Cheung, J. MacDermid, and J. M. O. Arnold *Metabolic Adaptations to endurance training in older individuals*. Can J. Appl. Physiol. 18: 366-378, 1993
- Nakao, M., Y. Ynoue, and H. Murakami *Aging process of leg muscle endurance training in males and females*. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 59: 209-214, 1989
- Peterson, D. H. *Effects of aging on th cardiorespiratory system*. Can. J.Sport Sci. 17: 171-177, 1992
- Rogers, M. A., and W. J. Evans *Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training*. Exercise Sport Sci. Rev. 21: 65-102, 1993.