



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

**DIPARTIMENTO DI SANITÀ PUBBLICA, MEDICINA SPERIMENTALE E
FORENSE**

**Corso di laurea in Scienze Motorie
Scienze e tecniche dello sport**

**ANALISI DEL COSTO ENERGETICO DI UN'ATTIVITÀ GOLFISTICA LUDICO-
RICREATIVA IN SOGGETTI OVER CINQUANTA**

Relatore: Prof. Bruno Magnani

Tesi di Laurea Magistrale di
Enrico Sozzani
Matricola n° 433013

Anno accademico 2015/2016

INDICE

▪RIASSUNTO	1
▪INTRODUZIONE	
- IL GOLF	
Cenni storici	2
Regolamento	4
Attrezzatura	6
- ELEMENTI DI FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO	
La frequenza cardiaca massima teorica (HRmax) e di riposo (HR).....	8
Il VO ₂ max	10
Concetto di riserva del VO ₂ max (VO ₂ R)	14
Rapporto tra % VO ₂ R e %HHR	15
Il concetto di "MET"	16
Equivalente metabolico dell'O ₂	19
La prescrizione dell'esercizio	20
▪MATERIALI E METODI	
Soggetti	26
Luogo di svolgimento delle prove (il "campo")	27
Attrezzatura	32
Actiheart	33
Metodologia	37
▪RISULTATI	40
▪CONCLUSIONI	46
▪BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	48
▪RINGRAZIAMENTI	49

RIASSUNTO

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di verificare se il grado di intensità di una attività golfistica standardizzata svolta da soggetti maschi over 50 potesse essere considerata come “lieve-moderata” secondo le linee guida dell’American College of Sport Medicine (*ACSM’s Guideline for Exercise Testing and Prescription. Ninth Edition, 2013*). Tale attività, infatti, potrebbe essere il primo gradino, accessibile a tutti, di un programma di allenamento da parte di chi si accinge, in questa fascia di età, a cimentarsi in questa attività sportiva con spirito ludico-ricreativo.

Dieci soggetti (età $63 \pm 10,0$ anni) hanno svolto una serie di esercitazioni, secondo un protocollo prestabilito, su un campo di gioco di circa 900 metri lungo il quale erano posizionate cinque “buche”. Le prove si sono svolte presso il centro “Ticino golf” situato all’interno del parco della Sora (PV).

Per mezzo dello strumento Actiheart sono state misurate la frequenza cardiaca (HR) e l’attività fisica. Di conseguenza sono stati stimati il consumo di ossigeno (MET) e il dispendio energetico (Kcal).

I risultati ottenuti (%HRR $39,5 \pm 8,5$; %HRmax $64,0 \pm 4,4$; MET $2,1 \pm 0,2$; Kcal /min $2,6 \pm 0,4$;) sembrano confermare il carattere sostanzialmente di base del modello di intensità proposto, tanto da poter essere consigliato come approccio iniziale a coloro che, nella fascia di età considerata, intendessero cimentarsi in un programma di attività fisica mirata soprattutto al mantenimento dello stato di salute.

INTRODUZIONE

IL GOLF

Cenni storici

Il golf è uno sport di precisione che si pratica in un campo aperto, per esempio un prato o un campo appositamente attrezzato, per mezzo di una palla e una serie di attrezzature idonee a colpirla chiamati bastoni. Sebbene da alcuni sia ritenuto uno sport di origine olandese, il paese in cui godette enorme popolarità fu la Scozia (dov'è sport nazionale). Il golf moderno, che si diffuse largamente verso la metà dell'Ottocento, consiste nel colpire una pallina di gomma dura (una palla da golf) lungo un apposito percorso, da una piazzola di partenza (il tee), in una buca sistemata in una zona di arrivo (il green), mediante una successione di colpi conformi alle regole e i giocatori si avvalgono di una serie di bastoni di acciaio, o grafite, dotati di terminali di forma, peso e dimensioni diversi. La vittoria va al golfista che ha terminato il giro di buche stabilite (generalmente 18) con il minor numero di colpi. Il golf, popolarissimo soprattutto negli Stati Uniti e in Inghilterra, ha fatto la sua comparsa in Italia nel 1900. L'origine del gioco è un argomento estremamente controverso. Si ritiene comunemente che il golf sia originario della Scozia, da dove si è poi diffuso nelle isole britanniche e di lì nel resto del mondo, tuttavia alcuni appassionati e storici citano l'esistenza di documenti scritti, ordinanze e decreti emessi per proteggere il pubblico dai giocatori. Steven Van Hengel, storico olandese, testimonia la pratica di un gioco chiamato golf in Olanda già dal 1297. Vi è da dire tuttavia che, sul finire del XIII secolo, l'alfabetizzazione non era diffusa in Europa ed in particolare in Scozia. Questo potrebbe spiegare l'assenza di documenti scritti, in quanto è possibile che nessuno ritenesse necessario trascrivere riferimenti ad un passatempo praticato da pochi. Alcuni accusano gli Scozzesi di aver falsato deliberatamente a proprio favore, per ragioni di patriottismo, l'origine di questo sport. Illustri storici affermarono che il golf fu inventato dopo la fondazione dell'Università di Saint Andrews nel 1413, ma a

sostegno di tale affermazione non portarono alcuna prova, mentre esistono testimonianze che a quel tempo il golf era praticato in Scozia già da più di un secolo. Quel che di certo si può documentare è che nel XIV secolo i traffici commerciali tra l'Olanda e la costa orientale della Scozia erano diffusissimi e fiorenti, quindi qualora un gioco un po' stravagante avesse preso piede in Scozia come in Olanda, la notizia avrebbe impiegato assai poco tempo a diffondersi in entrambe le direzioni attraverso il Mare del Nord. Altro fatto certo fu l'importazione in Scozia di palline provenienti dall'Olanda. In conclusione si può affermare che ci sono alte probabilità che il golf abbia avuto origine in Olanda. È inoltre documentato che quando il golf si diffuse in Scozia, il gioco in Olanda non era più praticato. Il primo campo da golf in Italia fu il Florence Golf Club, fondato a Firenze dalla forte comunità inglese nel 1889. La pratica del golf in Italia è disciplinata dalla Federazione Italiana Golf (FIG), fondata a Milano nel 1927 e ora inquadrata tra le Federazioni Sportive del CONI, che ha sede a Roma e coordina l'attività degli affiliati.

Regolamento

Il golf è uno sport disciplinato da numerose regole apparentemente complicate, dovendo prevedere varie situazioni di gioco su cui influiscono morfologia dei campi, situazioni ambientali, materiali a disposizione, tipi di competizione. Le regole del golf sono aggiornate e pubblicate con cadenza quadriennale in collaborazione fra i due enti preposti: per l'Europa è The R&A, fino al 2003 era il Royal & Ancient Golf Club of St. Andrews situato in Scozia e per gli Stati Uniti e Messico la United States Golf Association (USGA). I vantaggi assegnati ai giocatori (i cosiddetti handicap) sono invece gestiti dalle federazioni nazionali con criteri locali. L'importanza di conoscere le regole per un giocatore di golf è massima: si tratta probabilmente dell'unico sport in cui ognuno è arbitro di sé stesso e quindi onestà e rispetto devono far parte del bagaglio di ogni golfista. Inoltre, esistono procedure da seguire per non incorrere in penalità o semplicemente per sfruttare a proprio favore determinate situazioni. Ecco perché per poter giocare è richiesta una preparazione particolare attraverso lo studio di una serie di regole che sfociano in un esame di idoneità all'accesso del campo, da sostenere presso uno dei circoli riconosciuti dalla Federazione. Dal primo gennaio 2016 sono state modificate alcune regole per l'acquisizione dell' handicap; infatti i giocatori devono soltanto superare un esame scritto senza affrontare la prova pratica sul campo. Una volta superato, ai giocatori viene assegnato un handicap pari a cinquantaquattro colpi invece che trentasei come era un tempo. Durante lo svolgimento delle gare ufficiali, più che dei veri e propri arbitri ci sono degli osservatori. Ogni concorrente è tenuto in pratica ad auto controllarsi. In caso di controversie ci si appella ad un apposito comitato, il cui scopo principale è quello di far sapere ai giocatori che cosa prevedono le regole nel caso specifico. La maggior parte delle regole indica come comportarsi nei casi particolari, come per esempio nel caso la palla finisca in un "Ostacolo d'Acqua", o finisca fuori dai limiti del campo. Principalmente si distinguono due tipi di gioco. Nel gioco "a buche" (Match Play), si affrontano due giocatori: si assegna un punto al giocatore che conclude la buca nel minor numero di colpi (tenuto conto dell'handicap e delle

penalità) rispetto all'avversario e il vincitore è colui che al termine del percorso ha vinto più buche. Nel gioco "a colpi" (Stroke Play) il vincitore è il concorrente che ha percorso l'intero campo nel minor numero di colpi (sempre tenendo conto dell'handicap e delle penalità). Ma non è stato sempre così, anzi è molto probabile che i golfisti per almeno 300 anni abbiano giocato praticamente senza regole scritte, tanto semplice era il "loro" gioco che si distingueva da altri giochi di "bastoni e palle" solo per il fatto che si dovesse concludere con la palla dentro una buca. L'introduzione delle regole scritte portò un minimo di ordine, ma di certo tali regole furono mutate da altre e sono proprio queste regole a rendere questo sport così impegnativo e anche affascinante.

Attrezzatura

L'attrezzatura da golf comprende tutto ciò che è necessario o funzionale al gioco del golf. Questo sport si gioca con delle attrezzature idonee ovvero dei bastoni chiamati ferri e legni che servono per eseguire i colpi nelle varie buche e un attrezzo chiamato putter che viene usato quando si è sul green per mandare la palla in buca. Esistono altre attrezzature come la sacca da golf che serve per trasportare i bastoni, le palle, i tee come sostegno della palla durante il primo colpo, i guanti, le scarpe e i marchini che sono oggetti che servono per segnare la palla quando si è sul green. Le sacche, originariamente in pelle, sono costruite principalmente in nylon e hanno forma cilindrica, hanno numerose tasche disegnate per contenere sia l'attrezzatura necessaria per giocare sia gli effetti personali del giocatore, possono essere portate a spalla, caricate su carrelli o su golf cart. Le sacche a spalla hanno la caratteristica di avere due supporti retrattili che la mantengono in parte sollevata quando viene appoggiata a terra. Per i giocatori anziani o per chi ha problemi fisici sono stati predisposti dei golf cart, comode macchine elettriche simili a delle normali macchine, da usare durante il percorso, che hanno degli spazi per inserirci le sacche dei giocatori senza che essi camminino. I cart possono essere usati fuori gara da tutti i giocatori ma durante i tornei e le gare di circolo vengono usati solo dai giocatori senior (over 50) o da coloro che possiedono il certificato medico per quella determinata competizione. In genere quando si gioca il primo colpo dal tee di partenza la palla viene sostenuta da un oggetto chiamato tee. Esso può essere di plastica o di legno ed è a forma di cuneo che si conficca nel terreno e su cui si appoggia la palla, per facilitare il colpo e minimizzare il rischio di errore. La lunghezza del tee dipende dal bastone che si intende utilizzare e dalle abitudini professionali: bastoni con faccia molto ampia richiedono tee più lunghi, mentre bastoni con faccia meno ampia o aventi loft maggiore necessitano di tee molto corti. Alternativamente a questo si può usare un mucchietto di sabbia o terra per sollevare la palla, pratica molto rara e legata alla tradizione, quando i tee di legno non venivano ancora usati. I giocatori indossano spesso un guanto che migliora la presa sul bastone ed evita ferite e bruciature sulla mano. Normalmente il guanto lo

si indossa sulla mano non dominante (un giocatore destro indossa il guanto sulla mano sinistra e viceversa). La maggior parte dei golfisti indossa scarpe idonee al gioco con i tacchetti di plastica o metallo sulla suola, utili per aumentare la stabilità in durante il movimento e la resistenza alla trazione esercitata dal colpo. Buona parte dei golf club hanno bandito l'uso di tacchetti di metallo, consentendo solo quelli di plastica per evitare di rovinare i green. Per quanto riguarda la palla, il diametro minimo consentito è di 42.67 mm e la sua massa non deve superare i 45.93 g. Le moderne palle da golf sono costruite in plastica molto dura e all'interno possiedono diversi strati, mentre la superficie esterna solitamente è caratterizzata da fossette disegnate per migliorarne l'aerodinamica. Esistono diversi tipi di palline da golf: palle da usare in campo e durante le gare e palle da allenamento. Le prime, composte da diversi strati di gomma, in genere tre o quattro, sono ricoperte di uno strato di plastica e possono essere più o meno rigide; le palle da campo pratica sono composte da un nucleo centrale e uno o al massimo due strati, così da renderle più morbide per farle compiere una distanza minore rispetto a quelle da gara poiché il campo pratica, per motivi di spazio, è sempre più corto del campo. Il metodo di costruzione e il materiale influiscono significativamente sulla distanza che la palla percorrerà, nella traiettoria e nello spin (o rotazione). Materiali più duri, come il Surlyn, garantiscono maggiori distanze, mentre coperture più morbide, come l'Uretano, generano più spin e di conseguenza una maggiore forza d'arresto, necessaria a fermare la palla vicino al punto d'atterraggio.

CENNI DI FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO

La frequenza cardiaca massima teorica (HRmax) e di riposo (HRrest)

La frequenza cardiaca massima (HRmax) è il massimo numero di battiti che il cuore può compiere in un minuto durante esercizio ed è correlata ad altri parametri come la gittata sistolica e la quantità massima di ossigeno che un individuo può utilizzare nell'unità di tempo. Per una sua stima teorica, cioè senza dover sottoporre il soggetto ad uno sforzo massimale, esistono in letteratura diverse formule che si possono utilizzare, alcune delle quali sono mostrate nella tabella seguente.

Author	Equation	Population
Fox (19)	$HR_{max} = 220 - \text{age}$	Small group of men and women
Astrand (9)	$HR_{max} = 216.6 - (0.84 \times \text{age})$	Men and women ages 4–34 yr
Tanaka (48)	$HR_{max} = 208 - (0.7 \times \text{age})$	Healthy men and women
Gellish (21)	$HR_{max} = 207 - (0.7 \times \text{age})$	Men and women participants in an adult fitness program with broad range of age and fitness levels
Gulati (23)	$HR_{max} = 206 - (0.88 \times \text{age})$	Asymptomatic middle-aged women referred for stress testing

HR_{max} , maximum heart rate.

Fig. 1. Alcune equazioni utilizzate in letteratura per il calcolo della frequenza cardiaca massima teorica. Nel presente lavoro è stata utilizzata l'equazione di Tanaka.

Per calcolare il range di intensità da utilizzare durante un allenamento si può semplicemente utilizzare valori percentuali della frequenza cardiaca massima (% HRmax) oppure fare riferimento alla metodica della Riserva della Frequenza cardiaca (THR, Target Heart Rate) (Karvonen); in questo caso si deve considerare un ulteriore parametro dato dalla frequenza cardiaca di riposo (HRrest), rilevata al momento del risveglio dopo il riposo notturno:

$$\text{THR} = (\text{HRR} \cdot \%) + \text{HRrest} \quad (1)$$

dove:

THR (Target Heart Rate): valore di frequenza cardiaca corrispondente al grado di intensità dell'attività che si sta svolgendo;

HRR (Heart Rate Reserve): Riserva della frequenza cardiaca, valore che si ottiene sottraendo la HR di riposo alla HRmax stimata ($HRR = (HR_{max} - HR_{rest})$);

% (Intensità): grado di intensità espresso in percentuale rispetto al valore massimo a cui corrisponde il THR.

Esempio: soggetto di 60 anni con una HR a riposo di 65 bpm e con HRmax teorica di 166 bpm stimata secondo l'equazione di Tanaka (vedi Fig,1). Si calcolino i valori di frequenza cardiaca che delimitano l'intensità dello sforzo in un range compreso tra il 50 % – 60 %.

Applicando la formula precedente (1) si ottiene:

$$\begin{aligned} \text{THR (50\%)} &= (HRR \cdot 0,5) + 65 \\ &= [(166 - 65) \cdot 0,5] + 65 \\ &\approx 116 \text{ bpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{THR (60\%)} &= (HRR \cdot 0,6) + 65 \\ &= [(166 - 65) \cdot 0,6] + 65 \\ &\approx 126 \text{ bpm} \end{aligned}$$

Con questa metodica e con l'aiuto di un semplice cardiofrequenzimetro si può fornire al soggetto un sistema di monitoraggio dell'attività che sta svolgendo. In questo esempio il soggetto, per poter ragionevolmente svolgere un esercizio all'intensità programmata (50 – 60 %), dovrebbe mantenere i valori della frequenza cardiaca tra i 116 e i 126 bpm.

Il VO₂max

La massima potenza aerobica è equivalente alla massima quantità di ossigeno che può essere utilizzata nell'unità di tempo da un individuo, nel corso di un'attività fisica coinvolgente grandi gruppi muscolari, di intensità progressivamente crescente e protratta fino all'esaurimento. Viene in genere espressa come VO₂max: il massimo volume di ossigeno consumato per minuto.

Il massimo consumo di ossigeno è una misura globale ed integrata della massima intensità di esercizio che un soggetto può tollerare per periodi di tempo abbastanza lunghi" (Cerretelli e Prampero, 1987). In senso stretto il VO₂max può essere sostenuto al massimo per una decina di minuti (Di Prampero). Tuttavia, poichè il tempo di esaurimento è funzione della frazione di VO₂max effettivamente utilizzata, soggetti dotati di un alto valore di VO₂max sono in grado di sostenere, a parità di tempo, esercizi di intensità più elevata, o, a pari intensità, esercizi di più lunga durata rispetto a soggetti caratterizzati da VO₂max inferiori (Di Prampero).

Dal punto di vista analitico il massimo consumo di ossigeno è espresso dalla seguente formula:

Massimo consumo di ossigeno = Frequenza cardiaca x Gittata sistolica x differenza artero-venosa di ossigeno

$$VO_2\max = FC \times Gs \times (\Delta a-v)$$

La frequenza cardiaca (FC) rappresenta il numero di battiti che il cuore compie in un minuto. Tale parametro viene solo marginalmente influenzato dall'allenamento.

La gittata sistolica (GS) esprime il volume di sangue (in ml) che esce dal ventricolo sinistro del cuore ad ogni contrazione (sistole). Tale valore aumenta soprattutto nel periodo iniziale dell'allenamento poi si stabilizza.

La differenza artero-venosa di ossigeno è il parametro più importante. Esso rappresenta la quantità di ossigeno che le cellule riescono ad estrarre dal circolo

sanguigno durante il passaggio del sangue nei capillari. Tale parametro è fortemente influenzato sia dalla genetica che dall'allenamento e dipende essenzialmente da:

ventilazione polmonare, trasporto periferico di ossigeno da parte dei globuli rossi e dell'emoglobina in essi contenuta, densità del letto capillare a livello muscolare, composizione in fibre (bianche e rosse) del tessuto muscolare, numero, dimensione ed efficienza degli enzimi che catalizzano le reazioni energetiche e infine dal numero, dimensione ed efficienza dei mitocondri.

IL VO_2 max:

- è un flusso
- è esprimibile in litri O_2 /min (in questo caso è influenzato dal peso e dalla taglia corporea)
- è esprimibile in rapporto al peso corporeo ($mlO_2/kg/min$)
- nelle femmine è inferiore rispetto ai maschi

Popolazione femminile media, da 20 a 29 anni: 35-43 $ml/kg/min$

Popolazione maschile media, da 20 a 29 anni: 44-51 $ml/kg/min$

Valore massimo registrato in una donna (sciatrice di fondo): 74

Valore massimo registrato in un uomo (sciatore di fondo): 94

Normale consumo di Ossigeno a riposo= 250 ml/min . In caso di ipotiroidismo si abbassa a 150 ml/min .

In caso di ipertiroidismo si alza invece fino a raggiungere i 400 ml/min .

Il VO_2 max è una caratteristica genetica. Con l'allenamento il suo valore può essere incrementato dal 10% al 25%.

Il VO_2 max può essere misurato direttamente mediante l'impiego di sofisticate e costose attrezzature, che richiedono personale altamente specializzato, oppure attraverso metodiche indirette, accessibili a tutti sulle macchine cardiofitness (generalmente si utilizzano cyclette o tapis roulant). Queste ultime metodiche sfruttano la correlazione tra il VO_2 max e la HRmax (Fig. 2).

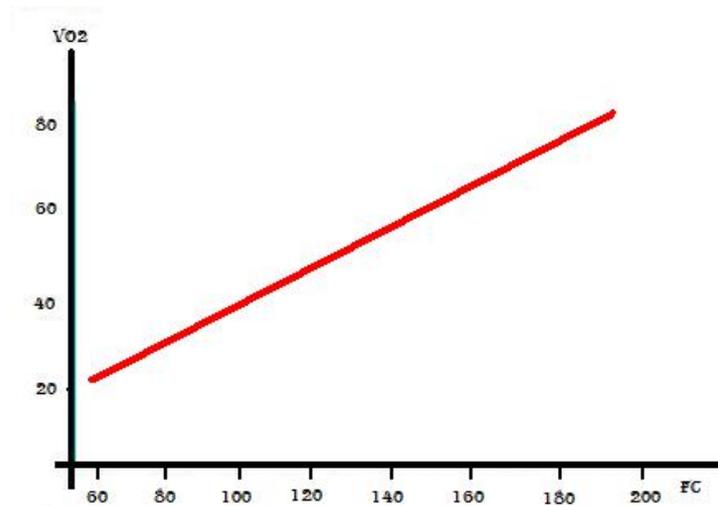


Fig.2 Relazione VO₂e HR

VALORI DI RIFERIMENTO (VO₂max)

FEMMINE						
Età	Molto scarso	Scarso	Medio	Buono	Ottimo	Eccellente
13-19	<25.0	25.0 – 30.9	31.0 34.9	– 35.0 38.9	– 39.0 41.9	– >41.9
20-29	<23.6	23.6 – 28.9	29.0 32.9	– 33.0 36.9	– 37.0 41.0	– >41.0
30-39	<22.8	22.8 – 26.9	27.0 31.4	– 31.5 35.6	– 35.7 40.0	– >40.0
40-49	<21.0	21.0 – 24.4	24.5 28.9	– 29.0 32.8	– 32.9 36.9	– >36.9
50-59	<20.2	20.2 – 22.7	22.8 26.9	– 27.0 31.4	– 31.5 35.7	– >35.7
60+	<17.5	17.5 – 20.1	20.2 24.4	– 24.5 30.2	– 30.3 31.4	– >31.4

MASCHI						
Età	Molto scarso	Scarso	Medio	Buono	Ottimo	Eccellente
13-19	<35.0	35.0 – 38.3	38.4 45.1	– 45.2 50.9	– 51.0 55.9	– >55.9
20-29	<33.0	33.0 – 36.4	36.5 42.4	– 42.5 46.4	– 46.5 52.4	– >52.4
30-39	<31.5	31.5 – 35.4	35.5 40.9	– 41.0 44.9	– 45.0 49.4	– >49.4
40-49	<30.2	30.2 – 33.5	33.6 38.9	– 39.0 43.7	– 43.8 48.0	– >48.0
50-59	<26.1	26.1 – 30.9	31.0 35.7	– 35.8 40.9	– 41.0 45.3	– >45.3
60+	<20.5	20.5 – 26.0	26.1 32.2	– 32.3 36.4	– 36.5 44.2	– >44.2

Fig. 3 The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, revised 1997 printed in Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription, 3rd Edition, Vivian H. Heyward, 1998.p48

In molti casi è preferibile misurare la soglia anaerobica rispetto al VO₂max. Infatti negli atleti il VO₂max sale all'inizio dell'allenamento poi non aumenta più. Quello che si modifica è la percentuale di VO₂max che può essere sostenuta a lungo. Inoltre la Soglia anaerobica in molte discipline di endurance si correla meglio con la prestazione, costituendo così un miglior indice di potenza aerobica.

Concetto di Riserva del VO₂max (VO₂R)

Come per la frequenza cardiaca, vista in precedenza (Karvonen), è possibile applicare il concetto della riserva del VO₂ (VO₂R) per calcolare il range di intensità da utilizzare durante un allenamento in termini di consumo di ossigeno (VO₂R); in questo caso si deve considerare un ulteriore parametro dato dal consumo di ossigeno di riposo (VO₂rest), che per convenzione è dato uguale ad 1 MET (che corrisponde ad un valore di VO₂ = 3,5 ml·Kg⁻¹·min⁻¹, come verrà specificato ulteriormente in seguito).

$$VO_2R = [(VO_{2max} - VO_{2rest}) \cdot \% \text{ intensità desiderata}] + VO_{2rest} \quad (2)$$

dove:

VO₂R(VO₂Reserve): valore di O₂, espresso in ml·Kg⁻¹·min⁻¹, corrispondente al grado di intensità dell'attività che si sta svolgendo;

VO₂max: Massimo consumo di ossigeno del soggetto

VO₂rest: Consumo di ossigeno a riposo, per convenzione uguale a 1 MET

% (Intensità): grado di intensità espresso in percentuale rispetto al valore massimo a cui corrisponde il VO₂R.

Esempio: soggetto di 60 anni con una HR a riposo di 65 bpm, HRmax teorica di 166 bpm (Tanaka) e un VO₂max di 38 ml·Kg⁻¹·min⁻¹. Si calcolino i valori di consumo di Ossigeno l'intensità dello sforzo in un range compreso tra il 50 % – 60 %.

Applicando la formula precedente (2) si ottiene:

$$\begin{aligned} VO_2R(50\%) &= [(38 - 3,5) \cdot 0,5] + 3,5 \\ &= 17,25 + 3,5 \\ &\approx 21 \text{ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VO_2R(60\%) &= [(38 - 3,5) \cdot 0,6] + 3,5 \\ &= 20,7 + 3,5 \\ &\approx 24 \text{ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

Rapporto tra %VO₂R e %HHR

È importante ricordare che le percentuali dell'intensità calcolate con il metodo della riserva della frequenza cardiaca (Karvonen) e quelle calcolate con il metodo della riserva del consumo di ossigeno (VO₂R) sono tra loro direttamente correlabili. In altre parole, il soggetto preso ad esempio in questo lavoro che svolge una attività con una frequenza cardiaca attorno ai 116 bpm è probabile che stia consumando circa 21 ml·Kg⁻¹·min⁻¹ di O₂ e che entrambi i valori rappresentino circa il 50% delle sue capacità.

Analogamente, ad una frequenza cardiaca di 126 bpm è probabile che stia consumando circa 24 ml·Kg⁻¹·min⁻¹ di O₂ e che entrambi i valori rappresentino circa il 60% delle sue capacità.

Questi concetti sono molto utili nell'ambito della prescrizione dell'esercizio come verrà accennato più avanti.

Il concetto di “MET”

Con l’acronimo “MET” (Metabolic Equivalent of Task) si intende una unità di misura standardizzata internazionalmente usata per stimare il costo metabolico di una attività fisica secondo la seguente relazione:

$$1 \text{ MET} = 3.5 \text{ ml di O}_2\text{consumato per Kg al minuto (ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}\text{)}$$

1 MET equivale, per convenzione riconosciuta a livello internazionale, alla quantità di ossigeno necessario al fabbisogno basale (di riposo) di un soggetto, cioè circa al dispendio di 1 Kcal/h per Kg di massa corporea.

Attraverso l’utilizzo del MET (e dei suoi multipli) si possono stimare, in termini quantitativi, le varie attività motorie. Il MET viene anche utilizzato in formule metaboliche come unità di misura del dispendio energetico.

Esistono in letteratura manuali che forniscono l’equivalente in MET delle varie attività motorie e sportive dell’uomo. Uno dei più completi è stato messo a punto da B.E. Ainsworth et al. *“Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities”*. Di seguito viene riportato un estratto delle tabelle che si possono consultare il tale Compendio (Fig.4). Come si può notare, l’utilità di tali tabelle è quella di fornire una stima immediata, anche se non individualizzata, di quello che potrebbe costare, in termini di metabolici, una particolare attività motoria (occupazionale, ludica o sportiva) che un soggetto sta svolgendo o si appresterà a svolgere.

CODE	METS	SPECIFIC ACTIVITY	EXAMPLES
12140	9.0	running,	running, cross country
12150	8.0	running,	running (Taylor Code 200)
12170	15.0	running,	running, stairs, up
12180	10.0	running,	running, on a track, team practice
12190	8.0	running,	running, training, pushing a wheelchair
13000	2.0	self care,	standing - getting ready for bed, in general
13009	1.0	self care,	sitting on toilet
13010	1.5	self care,	bathing (sitting)
13020	2.0	self care,	dressing, undressing (standing or sitting)
13030	1.5	self care,	eating (sitting)
13035	2.0	self care,	talking and eating or eating only (standing)
13036	1.0	self care,	taking medication, sitting or standing
13040	2.0	self care,	grooming (washing, shaving, brushing teeth, urinating, washing hands, putting on make-up), sitting or standing
13045	2.5	self care,	hairstyling
13046	1.0	self care,	having hair or nails done by someone else, sitting
13050	2.0	self care,	showering, toweling off (standing)
14010	1.5	sexual activity,	active, vigorous effort
14020	1.3	sexual activity,	general, moderate effort
14030	1.0	sexual activity,	passive, light effort, kissing, hugging
15010	3.5	sports,	archery (non-hunting)
15020	7.0	sports,	badminton, competitive (Taylor Code 450)
15030	4.5	sports,	badminton, social singles and doubles, general
15040	8.0	sports,	basketball, game (Taylor Code 490)
15050	6.0	sports,	basketball, non-game, general (Taylor Code 480)
15060	7.0	sports,	basketball, officiating (Taylor Code 500)
15070	4.5	sports,	basketball, shooting baskets
15075	6.5	sports,	basketball, wheelchair
15080	2.5	sports,	billiards
15090	3.0	sports,	bowling (Taylor Code 390)
15100	12.0	sports,	boxing, in ring, general
15110	6.0	sports,	boxing, punching bag
15120	9.0	sports,	boxing, sparring
15130	7.0	sports,	broomball
15135	5.0	sports,	children's games (hopsotch, 4-square, dodge ball, playground apparatus, t-ball, tetherball, marbles, jacks, acraee games)
15140	4.0	sports,	coaching: football, soccer, basketball, baseball, swimming, etc.
15150	5.0	sports,	cricket (batting, bowling)
15160	2.5	sports,	croquet
15170	4.0	sports,	curling
15180	2.5	sports,	darts, wall or lawn
15190	6.0	sports,	drag racing, pushing or driving a car
15200	6.0	sports,	fencing
15210	9.0	sports,	football, competitive
15230	8.0	sports,	football, touch, flag, general (Taylor Code 510)
15235	2.5	sports,	football or baseball, playing catch
15240	3.0	sports,	frisbee playing, general
15250	8.0	sports,	frisbee, ultimate
15255	4.5	sports,	golf, general
15265	4.5	sports,	golf, walking and carrying clubs (See footnote at end of the Compendium)
15270	3.0	sports,	golf, miniature, driving range
15285	4.3	sports,	golf, walking and pulling clubs (See footnote at end of the Compendium)

Fig. 4 Estratto del *Compendium of PhysicalActivities: an update of activitycodes and MET intensities* (B.E. Ainsworth et al.) dove è possibile, in base all'attività considerata, avere informazioni rispetto al grado di intensità, espressa in MET, che essa richiede. Nella parte evidenziata sono riportati i MET misurati in alcune attività golfistiche.

Utilizzo e limiti del Compendium

Il Compendio fornisce uno schema di codifica che collega un codice a cinque cifre, che rappresenta le specifiche attività svolte in vari settori, con i loro rispettivi livelli di intensità espresse in multipli di equivalente metabolico (MET). Il primo Compendio di attività fisiche, è stato sviluppato nel 1989 e pubblicato nel 1993. Il Compendio aggiornato (2011) riflette ulteriori attività individuate dai ricercatori negli ultimi 10 anni, fornendo ulteriori categorie di attività svolte durante il giorno. I

livelli di MET presentate nel Compendio si basano sul costo energetico del movimento reale. Va inoltre sottolineato che il Compendio non è stato sviluppato per determinare il costo energetico preciso dell'attività fisica (PA) negli individui, ma piuttosto di fornire un sistema di classificazione standardizzato. Questo limita l'uso del Compendio nella stima del costo energetico della PA a causa delle differenze individuali di composizione corporea, adiposità, età, sesso, efficienza di movimento, e dalle diverse condizioni geografiche e ambientali in cui vengono svolte le attività. Quindi, le differenze individuali nella spesa energetica per la stessa attività può essere grande e il costo energetico vero per una persona può o non può essere vicino al livello MET medio come presentato nel Compendio.

Inoltre, il MET rappresenta un utile parametro di riferimento in apposite tabelle pubblicate da autorevoli Istituzioni che si occupano di esercizio fisico, come mostrato più avanti.

Equivalente metabolico dell'O₂

L'equivalente metabolico dell'Ossigeno consiste in un valore standardizzato in termini di Kilocalorie (Kcal) che equivale al consumo, da parte dell'organismo, di un litro di Ossigeno nell'unità di tempo (per convenzione si considera il minuto) durante una attività motoria (possibilmente in stato stazionario). La relazione usata è la seguente, come consigliato dall'ACSM (*American College of Sport Medicine*):

$$1 \text{ L O}_2 \text{ consumato} = 4,9 \text{ Kcal prodotte}$$

Tramite questa relazione, conoscendo la massa del soggetto, è facile risalire, partendo dal valore in MET, al corrispondente valore in termini di Kcal.

Esempio: un soggetto di 70 Kg, che sta lavorando ad una intensità costante di 7 MET al minuto, consuma circa 1,715 L di O₂ al minuto ($7\text{MET} \cdot 3,5 \text{ ml/O}_2 \cdot 70 \text{ Kg} / 1000$) e avrà, quindi, un dispendio energetico di circa 8,4 Kcal/min ($4,9 \cdot 1,715$). Se questa attività fosse svolta per 30 minuti, il dispendio energetico sarebbe di circa 252 Kcal.

La prescrizione dell'esercizio

Per definizione di attività fisica o esercizio fisico si intende qualsiasi movimento corporeo dovuto alla contrazione della muscolatura scheletrica, associato ad un consumo energetico o calorico. L'allenamento o training fisico è invece l'attività fisica regolare, strutturata e finalizzata al miglioramento e/o mantenimento dell'efficienza fisica. Per efficienza fisica si è inteso quell'insieme di capacità (flessibilità, forza muscolare, composizione corporea e performance cardiorespiratoria) relative all'abilità di praticare attività fisica e legate ad una riduzione del rischio di mortalità e morbilità cardiovascolare. L'American College of Sport Medicine pubblica, circa ogni cinque anni, un volume, "ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription" (siamo ormai arrivati alla nona edizione, datata 2013), che fornisce le linee guida da seguire per chi si occupa di esercizio fisico (medici dello sport, preparatori fisici, personal trainer, ecc.) dove vengono indicate tutte le strategie e le metodologie da attuare, in base ai soggetti da analizzare. L'intensità consigliata per svolgere un esercizio moderato per adulti sani va dal 40-60% di VO_2R o di HRR (Tab.1). Esercizi di intensità inferiore (30-40% VO_2R o di HRR) sono da consigliare per soggetti non in condizione fisica. Per la maggior parte degli individui sani e in condizione fisica, l'intensità dell'esercizio compresa tra 60 e 90% di VO_2R o di HRR sono sufficienti per aumentare i livelli di fitness cardio-respiratori. È ovvio che serve un adeguato livello di allenamento individuale per ottenere miglioramenti sia a livello cardiaco che respiratorio (Tab.2).

Alcune raccomandazioni		
Adulto sano in condizione fisica	Attività	
	Da Moderata	A Vigorosa
	40 – 60 % HHR o VO_2R	60 – 90 % HHR o VO_2R
Adulto non in condizione fisica	Attività	
	Da Leggera	A Moderata
	30 – 40 % HHR o VO_2R	40 – 60 % HHR o VO_2R

Tab.1 Raccomandazioni generali per la prescrizione dell'esercizio aerobico in soggetti adulti secondo l'American College of Sport Medicine. **HRR**: intensità relativa alla massima frequenza cardiaca di riserva secondo la metodica di Karvonen; **VO_2R** : intensità relativa consumo di ossigeno massimo di riserva.

Metodo HRR :Target HR (THR) = [(HRmax – HRrest) * % intensità desiderata] + HRrest
Metodo VO₂R : Target VO ₂ R=[(VO ₂ max–VO ₂ rest) * % intensità desiderata] +VO ₂ rest
Metodo HR : Target HR = HRmax * % intensità desiderata
Metodo VO₂ : Target VO ₂ =VO ₂ max * % intensità desiderata
Metodo Met : Target Met = (VO ₂ max / 3,5) * % intensità desiderata

Tab. 2 Vari metodi utilizzati per calcolare l'intensità dell'esercizio.

Esistono apposite tabelle pubblicate da autorevoli Istituzioni che forniscono indicazioni generali agli operatori del settore affinché possano gestire le attività secondo linee guida internazionalmente riconosciute (Fig.5).

Intensity	Cardiorespiratory Endurance Exercise											Resistance Exercise
	Relative Intensity				Intensity (% $\dot{V}O_{2max}$) Relative to Maximal Exercise Capacity in MET			Absolute Intensity	Absolute Intensity (MET) by Age			Relative Intensity
	%HRR or % $\dot{V}O_{2R}$	%HR _{max}	% $\dot{V}O_{2max}$	Perceived Exertion (Rating on 6-20 RPE Scale)	20 METs % $\dot{V}O_{2max}$	10 METs % $\dot{V}O_{2max}$	5 METs % $\dot{V}O_{2max}$	MET	Young (20-39 yr)	Middle Age (40-64 yr)	Older (≥ 65 yr)	% One Repetition Maximum
Very light	<30	<57	<37	Very light (RPE ≤ 9)	<34	<37	<44	<2	<2.4	<2.0	<1.6	<30
Light	30-40	57-64	37-45	Very light to fairly light (RPE 9-11)	34-43	37-46	44-52	2.0-3	<4.8	<4.0	<3.2	30-50
Moderate	40-60	64-76	46-64	Fairly light to somewhat hard (RPE 12-13)	43-62	46-64	52-68	3.0-6	4.8-7.2	4.0-6.0	3.2-4.8	50-70
Vigorous	60-90	76-96	64-91	Somewhat hard to very hard (RPE 14-17)	62-91	64-91	68-92	6.0-8.8	7.2-10.2	6.0-8.5	4.8-6.8	70-85
Near maximal to maximal	≥ 90	≥ 96	≥ 91	\geq Very hard (RPE ≥ 18)	≥ 91	≥ 91	≥ 92	≥ 8.8	≥ 10.2	≥ 8.5	≥ 6.8	≥ 85

HR_{max}, maximal heart rate; HRR, heart rate reserve; MET, metabolic equivalent; RPE, rating of perceived exertion; $\dot{V}O_{2max}$, maximum oxygen consumption; $\dot{V}O_{2R}$, oxygen uptake reserve.

Adapted from (20).

Fig. 5 Metodi per stimare l'intensità degli esercizi cardiorespiratori e di resistenza muscolare (ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription. Ninth Edition, 2013).

Di seguito, inoltre, vengono illustrate, nei particolari, alcune raccomandazioni dell'ACSM per programmare l'attività fisica nell'adulto. (Fig. 6;7;8;9)

RACCOMANDAZIONI PER L'ESERCIZIO AEROBICO (CARDIOVASCULAR ENDURANCE)

FREQUENZA	≥ 5 SEDUTE SETTIMANALI DI ESERCIZIO MODERATO O ≥ 3 SEDUTE SETTIMANALI DI ESERCIZIO VIGOROSO O UNA COMBINAZIONE TRA LE DUE (≥ 3-5 SEDUTE SETTIMANALI).
INTENSITÀ	MODERATA E/O VIGOROSA PER LA MAGGIOR PARTE DEGLI ADULTI. DA LEGGERA A MODERATA PER GLI INDIVIDUI DECONDIZIONATI.
DURATA	30-60 min/G DI ATTIVITÀ MODERATA O 20-30 min/G DI ATTIVITÀ INTENSA O UNA COMBINAZIONE TRA LE DUE
TIPOLOGIA	SI RACCOMANDANO ATTIVITÀ DI TIPO RITMICO E CONTINUO CHE COINVOLGONO LA MAGGIOR PARTE DEI GRUPPI MUSCOLARI.
VOLUME	500 – 1000 MET/SETT. SE SI USA IL CONTAPASSI, INCREMENTARE DI 2000 COUNT/GIORNO FINO A RAGGIUNGERE I 7000 PASSI/GIORNO.
MODALITÀ	IN UNA UNICA SESSIONE OPPURE IN PIÙ SEZIONI NELLA GIORNATA DI ≥ 10 min.
PROGRESSIONE	GRADUALE PER RIDURRE I RISCHI AGGIUSTANDO LA DURATA, LA FREQUENZA E L'INTENSITÀ.

Fig. 6

RACCOMANDAZIONI PER L'ESERCIZIO DI RESISTENZA (RESISTANCE EXERCISE)

FREQUENZA	2-3 SEDUTE SETTIMANALI
INTENSITÀ	60/70% DI 1RM PER NOVIZI O LIVELLO INTERMEDIO; \geq 80% DI 1RM PER SOGGETTI CON ESPERIENZA; 40/50% DI 1RM PER ANZIANI E SEDENTARI ALL'INIZIO DELL'ATTIVITÀ; 20/50% DI 1RM PER ANZIANI PER MIGLIORARE LA POTENZA
DURATA	NON SPECIFICATA
TIPOLOGIA	INTERESSARE LA MAGGIOR PARTE DEI GRUPPI MUSCOLARI CHE COINVOLGONO PIÙ ARTICOLAZIONI, A CORPO LIBERO O CON L'UTILIZZO DI SVARIATE ATTREZZATURE.
RIPETIZIONI	8 – 12 RIPETIZIONI NELLA MAGGIOR PARTE DEGLI ADULTI; 10-15 RIP. IN SOGGETTI ANZIANI E DI MEZZA ETÀ; 15 – 20 RIP. PER MIGLIORARE LA ENDURANCE MUSCOLARE
SETS	2 – 4 SETS NELLA MAGGIOR PARTE DEGLI ADULTI; 1 SET POTREBBE ESSERE UTILE IN ANZIANI E NOVIZI; \geq 2 SETS PER MIGLIORARE ENDURANCE MUSCOLARE
MODALITÀ	RECUPERO 2-3 MINUTI TRA OGNI SET; RECUPERO DI 48 ORE PER OGNI GRUPPO MUSCOLARE
PROGRESSIONE	GRADUALE PER RIDURRE I RISCHI AGGIUSTANDO LA DURATA, LA FREQUENZA E L'INTENSITÀ.

Fig. 7

RACCOMANDAZIONI PER ESERCIZI DI FLESSIBILITÀ

FREQUENZA	≥ 2-3 SEDUTE SETTIMANALI.
INTENSITÀ	FINO AL PUNTO DI TENSIONE, MA NO DOLORE
DURATA	10-30 s (STRETCHING STATICO) NELLA MAGGIOR PARTE DEGLI ADULTI, NEGLI ANZIANI 30-60 s. PNF: CONTRAZIONE 3-6 s (20%-75% MVC) SEGUITA DA 10-30 s DI STRETCHING ASSISTITO
TIPOLOGIA	INTERESSARE I MAGGIORI GRUPPI MUSCOLO-TENDINEI CON STATICO, DINAMICO, BALLISTICO E PNF
VOLUME	ALMENO 60 s PER OGNI ESERCIZIO
MODALITÀ	RIPETERE 2-4 VOLTE OGNI TIPO DI ESERCIZIO.PIÙ EFFICACI SE PRECEDUTI DA RISCALDAMENTO DI TIPO AEROBICO O IMPACCHI O BAGNI CALDI.
PROGRESSIONE	NON CODIFICATO

Fig.8

RACCOMANDAZIONI PER ESERCIZI NEURO-MOTORI

FREQUENZA	≥ 2-3 SEDUTE/SETT
INTENSITÀ	NON BEN DETERMINATA
DURATA	≥ 20-30 min/SEDUTA
TIPOLOGIA	ES. DI EQUILIBRIO, AGILITÀ, COORDINAZIONE, ECC. ESERCIZI PROPRIOCETTIVI. ATTIVITÀ POLIEDRICHE (ES. TAI CHI, YOGA)
VOLUME	NON ANCORA BEN CODIFICATO
MODALITÀ	NON ANCORA BEN CODIFICATO
PROGRESSIONE	NON ANCORA BEN CODIFICATO

Fig. 9

Il cardiofrequenzimetro

Uno strumento utilizzato dai soggetti per monitorare la frequenza cardiaca durante il test è il cardiofrequenzimetro.

Il cardiofrequenzimetro o “ cardiometro “è un dispositivo elettronico in grado di misurare istantaneamente il battito cardiaco, ovvero il numero di battiti cardiaci al minuto e, da questo, determinare la frequenza cardiaca HR (heart rate) in tempo reale. Esso è tipicamente usato dagli atleti durante allenamenti e gare.

Solitamente è composto da due elementi: un trasmettitore dall'interno di una fascia da avvolgere al petto e un ricevitore da polso (solitamente con funzioni di orologio e cronometro).

I modelli avanzati possono riportare altre informazioni relative alla variabilità del battito cardiaco, come l'impostazione di soglie di allarme per le zone aerobiche sulla base dei dati relativi alla fisiologia dell'utilizzatore.

La fascia da avvolgere al petto ha degli elettrodi a contatto con la pelle per monitorare la tensione elettrica del cuore. Quando una pulsazione cardiaca viene individuata, viene trasmesso un segnale radio, che il ricevitore utilizza per determinare il battito cardiaco corrente.

Il segnale trasmesso via radio può essere un semplice impulso radio o un segnale codificato dal trasmettitore; nel secondo caso si evita all'utente di ricevere segnali provenienti da altri trasmettitori (ovvero si evita l'interferenza di cross-talk).

MATERIALI E METODI

Soggetti

Hanno partecipato al protocollo di lavoro un gruppo di 10 soggetti di sesso maschile (Età 63 ± 10 ; BMI $24,2 \pm 1,7$) in stato di buona salute le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella seguente.

Soggetti	Età (anni)	Massa (Kg)	Altezza (cm)	BMI (Kg/m^2)	HR max (bpm)	HR rest (bpm)
BF	75	67	173	22,4	140	65
CR	49	93	190	25,8	163	68
NR	56	73	173	24,4	157	68
GR	64	63	170	21,8	150	71
TR	73	90	182	27,2	142	70
PE	72	80	178	25,2	143	65
PM	51	77	176	24,9	161	60
RP	64	64	171	21,9	150	72
AD	52	72	172	24,3	160	70
CC	71	73	175	23,8	144	62

Media	63	75	176	24,2	151	67
DS	10,0	10,1	6,1	1,7	8,8	4,0

Tab.3 Caratteristiche antropometriche dei soggetti che hanno partecipato al protocollo di lavoro. **BMI**: Body Max Index; **HRmax**: massima frequenza cardiaca teorica ($\text{HRmax} = 208 - [0,7 \cdot \text{età}]$); **HRrest**: frequenza cardiaca di riposo.

Luogo di svolgimento delle prove (il “campo”)

Il campo, situato lungo il percorso del Ticino golf che si estende all’interno del parco della Sora, presenta una lunghezza di circa 900 m, data dalla sommatoria di cinque buche (Fig 10).

La prima buca è un “par tre” lunga circa 120 m (la lunghezza dipende dal posizionamento della bandiera); sul lato destro presenta un piccolo torrente di acqua (ostacolo d’acqua laterale), mentre il green, che è la zona di arrivo della palla dove è presente la buca, è difeso da un bunker di sabbia. Sul lato sinistro della buca sono presenti degli alberi che rendono il percorso più difficile (Fig.11).



Fig.10 Il campo

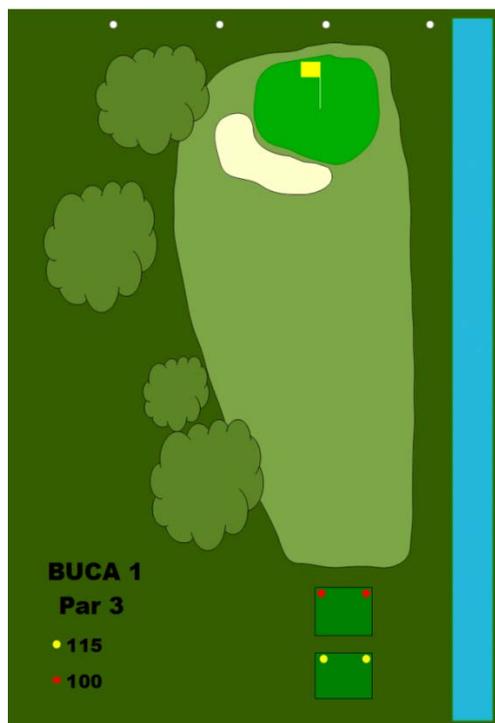


Fig.11 Buca n 1

La seconda buca è la più difficile del campo ed è un “par quattro” di 210 m, protetta da alberi su tutto il percorso, mentre a difesa del green sono presenti due bunker di sabbia e un ostacolo d’acqua frontale che rendono l’arrivo della palla più complicato (Fig. 12).

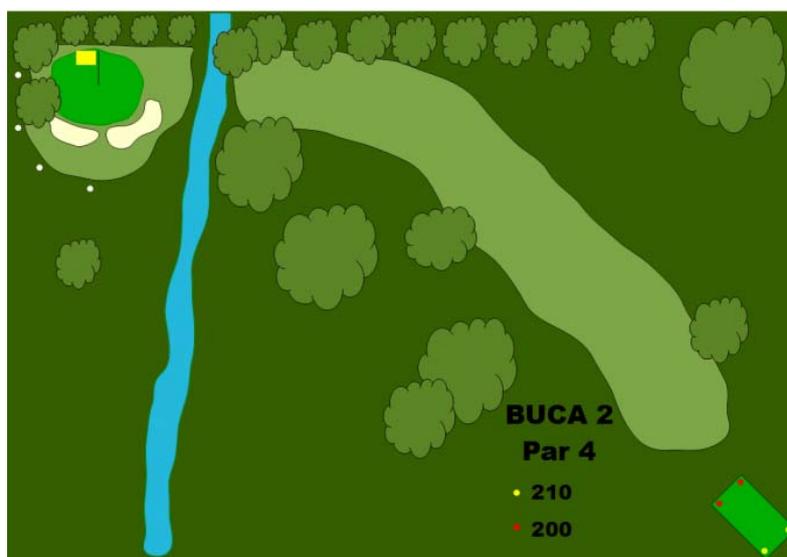


Fig.12 Buca n 2

La terza buca è un altro “par quattro” di 210 metri. Appena oltre il tee di partenza troviamo un piccolo torrente che mette in difficoltà il primo colpo; mentre sia sul lato destro che oltre il green, la buca è protetta dal fuori limite. Davanti al green, in particolare sulla destra è presente un ostacolo d’acqua laterale. In tutto il percorso sono presenti degli alberi che proteggono la buca (Fig.13).

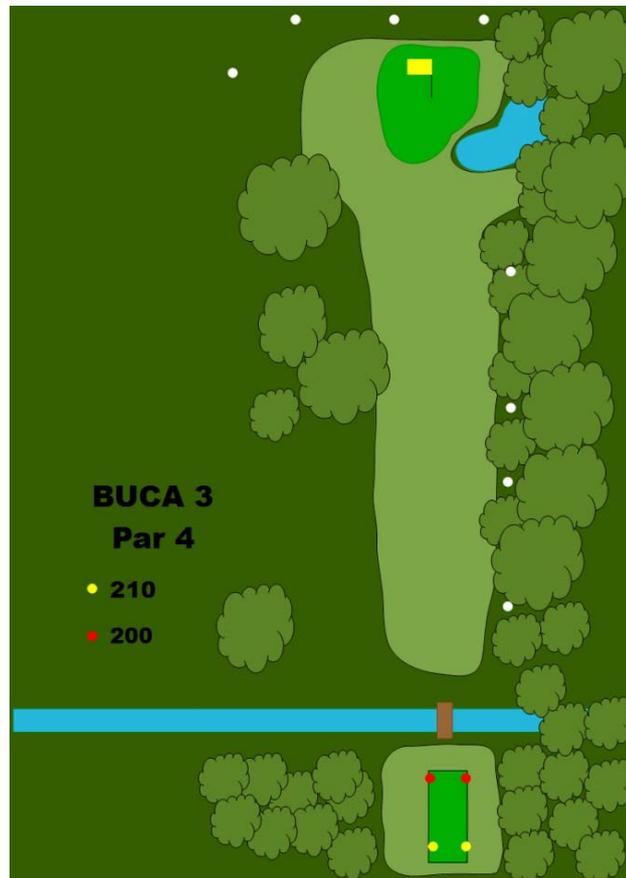


Fig.13 Buca n 3

La quarta buca è un “par tre” di circa 160 metri, anch’essa protetta dal fuori limite situato sulla destra e dall’ostacolo d’acqua che circonda l’intero green. La difficoltà della buca consiste proprio in questo torrente di acqua che circonda l’intero green, già di per sé piccolo, e non è facile per i giocatori centrarlo con il primo colpo. Sulla sinistra, invece, sono presenti degli alberi che rendono non facile il primo colpo (Fig. 14)



Fig.14 Buca n 4

La quinta e ultima buca è un “par tre” di circa 130 metri (se l’asta della buca è posizionata all’inizio del green la buca è più corta, circa 110 metri) che non presenta grandi difficoltà; solo un grande bunker messo a difesa del green e un fosso davanti al tee di partenza che costeggia il lato destro della buca. Anche in questa buca sulla parte sinistra sono presenti degli alberi (Fig.15).

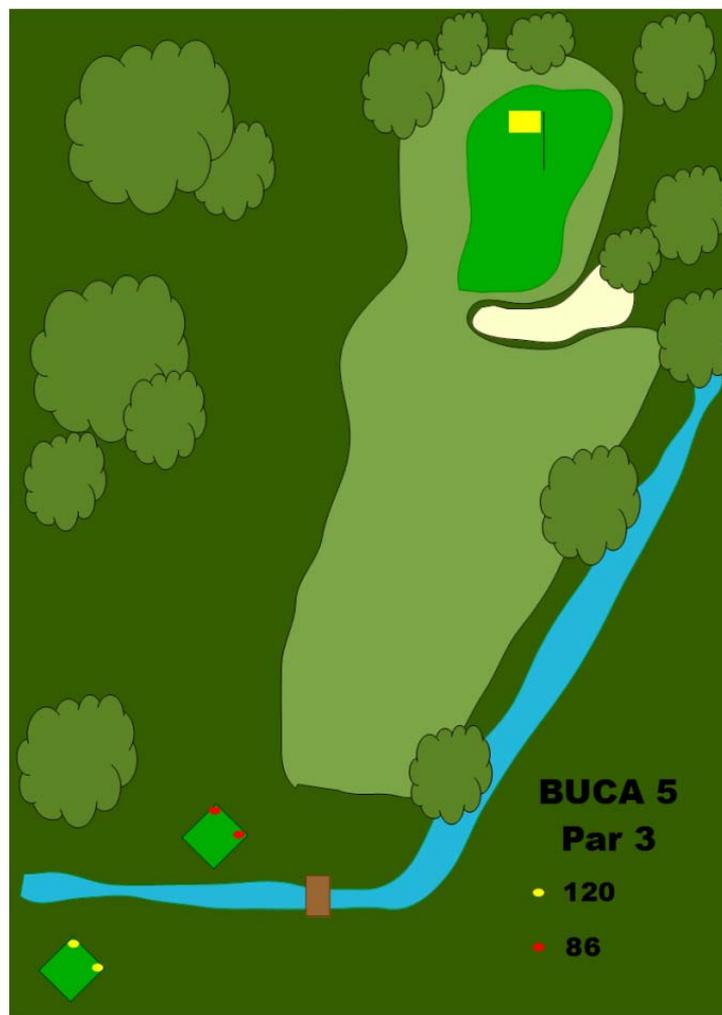


Fig.15 Buca n 5

Come si può notare, anche se il campo è di per se piccolo, presenta delle difficoltà notevoli che lo rende non semplice per tutti i giocatori, in particolare per i principianti. Anche gli alberi, presenti in tutto il perimetro del campo, rendono il percorso stretto e obbliga i giocatori a fare dei colpi piuttosto precisi.

Attrezzatura

Tutti i soggetti hanno eseguito il test utilizzando le proprie attrezzature ovvero scarpe idonee a giocare in campo, abbigliamento conforme alle regole e una sacca da golf contenente le mazze da utilizzare durante il gioco. Quest'ultima può essere supportata da un carrello idoneo per venire trasportata durante il giro oppure la sacca può essere portata in spalla dal giocatore stesso tramite apposite bretelle. Nelle prove che sono state eseguite i giocatori hanno usufruito tutti del carrello per trainare la sacca durante il giro, dal momento che viene utilizzato anche quando giocano in gara.



Fig. 16 L'attrezzatura

Actiheart



Fig.17

L'Actiheart (Fig.17) è un compatto metabolimetro, un sistema di controllo che registra:

- 1) la frequenza cardiaca (HR);
- 2) il tempo che intercorre tra un battito e l'altro (IBI)
- 3) l'attività fisica (PA).

Questo strumento è stato progettato, sia per calcolare la variabilità della frequenza cardiaca (HRV), sia per stimare dati metabolici (MET, Kcal) e di misurazione di varie attività sia sportive che non sportive.

Caratteristiche fondamentali dello strumento:

L' Actiheart è formato da 3 componenti:

- Actiheart
- Lettore Actiheart
- Software di analisi Actiheart

-Questo strumento ha la capacità di avere tre funzioni: misuratore di Frequenza cardiaca ed attività di registrazione fino a 21 giorni; IBI record fino a 440.000 battiti cardiaci (3.5 giorni – 76 bpm). Lo strumento è compatto e leggero dal peso di circa 20 grammi. Alle estremità possiede due elettrodi di ECG portati sulla cassa, può anche essere portato su una cinghia, ha una tecnologia non invasiva con memoria non volatile e di costruzione impermeabile. Esso è uno strumento molto maneggevole, possiede una custodia per essere trasportato comodamente.



Fig.18

Gli elettrodi per Actiheart sono elettrodi standard da ECG. Ha due punti di campionamento per raccogliere il segnale ECG. Viene normalmente indossato su toraci di diverse dimensioni (Fig.18). E' confortevole da indossare in modo continuativo per periodi di tempo anche lunghi ed è il primo apparecchio leggero e resistente all' acqua che permette di correlare attività fisica con frequenza cardiaca e dispendio energetico.

L'Actiheart contiene una batteria ricaricabile che garantisce più di 21 giorni di funzionamento continuo. E' facilmente ricaricabile attraverso l'interfaccia appositamente creata tramite un cavo che lo collega alla porta USB di un computer

oppure attraverso il caricatore per 3 unità. La stessa interfaccia è utilizzata per scaricare dati su PC quando gli stessi sono analizzati utilizzando il software Actiheart.

Posizionamento elettrodo: i migliori segnali ECG possono essere ottenuti di solito posizionando l'estremità tonda dell'Actiheart in una posizione più o meno centrale vicino allo sterno. L'altro elettrodo deve essere collocato in corrispondenza del gran pettorale lungo la linea emiclaveare. Questa posizione può essere più o meno accettabile per i soggetti di sesso femminile, in base alla misura del seno. Può essere utilizzata anche una posizione sulla parte più bassa del torace, in corrispondenza del processo xifoideo dello sterno, fino alla parte sottostante alla curva del petto, mostrata nel diagramma sotto. (Fig.19)

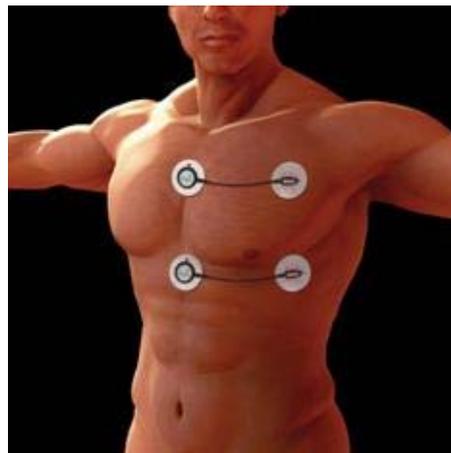


Fig. 19

Studi fatti, hanno mostrato che il tessuto epiteliale del seno sembra avere effetti irrilevanti sull'ampiezza dell'ECG, e nelle donne, la collocazione degli elettrodi del torace sopra il seno, piuttosto che sotto, è raccomandata con lo scopo di facilitare la precisione del posizionamento degli elettrodi al corretto livello orizzontale.

Preparazione della cute: per un corretto svolgimento delle prove, un'adeguata preparazione della cute, è di vitale importanza per il successo di ogni test. L'onda R che l'Actiheart in genere richiede, è in genere di basso livello e, un'adeguata preparazione della cute è indispensabile per assicurare che i livelli catturati dallo strumento siano abbastanza alti e, di conseguenza, che i livelli di rumore siano più bassi per una buona qualità di registrazione.

L'obiettivo della preparazione della cute è quello di rimuovere dalla pelle sudore o altro materiale per permettere agli elettrodi di registrare nel migliore dei modi l'attività cardiaca.

La preparazione della cute è la seguente:

-Lavare la cute del soggetto, assicurandosi che sia perfettamente pulita e sgrassata. Questo può essere facilmente eseguito utilizzando acqua tiepida e sapone o altro detergente. Non si dovrebbe utilizzare alcool, in quanto potrebbe causare irritazioni della pelle che è meglio evitare.

-Usare un materiale abrasivo per rimuovere lo strato di pelle più superficiale. Il materiale ideale sarebbe il Cardio Prep, che è simile ad una carta smerigliata molto fine. Per esempio il Cardio Prep Cod. 2121M della Unomedical. E' possibile che si notino arrossamenti, questo è normale e non deve essere fonte di preoccupazione. Applicare gli elettrodi al torace. Questa operazione riesce meglio posizionando l'elettrodo al centro del torace e collocando l'Actiheart su di esso. Attaccare il secondo elettrodo all'altra clip sull' Actiheart e utilizzare la lunghezza del cavetto per posizionare il secondo elettrodo.

Alla fine della registrazione, per ogni soggetto avremo ogni 15 secondi, i valori di;

- Frequenza cardiaca
- Spesa energetica (Kcal)
- Valori in unità MET

Metodologia

Prima di effettuare la prova i golfisti hanno seguito un protocollo di riscaldamento idoneo per prepararsi al test. (Fig. 20)



Fig.20

Esso è fondamentale per iniziare un giro di 18 buche (nel nostro caso dieci) nel modo migliore, ma molto spesso viene completamente ignorato dai golfisti. Prima ancora di fare dei colpi lunghi nel campo pratica, consiglio di andare nel putting green (zona di allenamento per il putter) ed eseguire qualche putt per testare la velocità dei green del campo, dal momento che la velocità del green di pratica deve essere uguale a quella del campo. Per prima cosa si inizia a fare qualche serie di putts da vicino, per poi allontanarsi dalla buca e poi provare anche colpi in pendenza. Gli ultimi putts dovrebbero essere circa da un metro di distanza dalla buca, per migliorare la sensibilità dei colpi corti. Quando se ne imbucano circa una decina, si può passare agli approcci a correre per capire come reagisce la palla al tocco sul green e infine anche com'è la consistenza dei bunkers. Dopo aver provato bene il gioco corto, si può passare in campo pratica.

Innanzitutto quando si arriva in campo pratica, prima di iniziare a tirare palline, bisogna fare qualche esercizio di riscaldamento. In genere, prima di tutto, consiglio circa 5 minuti di camminata veloce, corsa o anche saltare la corda, per innalzare la temperatura corporea e quindi evitare possibili contratture, traumi o strappi muscolari. Ovviamente questi esercizi non vanno bene per tutti i soggetti, dipende se essi possiedono delle patologie oppure no; in secondo luogo sconsiglio di eseguire i salti con la corda agli ultra sessantenni. Successivamente i tipici esercizi usati nel riscaldamento sono le flessioni in avanti, facendo attenzione a non piegare in modo eccessivo le ginocchia e con le mani cercare di avvicinarsi il più possibile alle punte dei piedi, in modo da allungare i muscoli ischio crurali e femorali presenti nella parte posteriore della gamba e della coscia, dopo mantenere la posizione per circa un minuto. Poi, sempre da posizione eretta, vengono eseguiti delle circonduzioni per le spalle, sia in avanti che in dietro e anche elevazioni e abbassamenti, eseguiti grazie all'uso di un bastone da golf, per riscaldare le spalle, onde evitare possibili traumi. Infine si passa ad eseguire rotazioni del busto, impugnando un ferro da golf alla larghezza delle spalle e posizionarlo dietro la testa, simulando uno swing vero e proprio. Quest'ultimo esercizio, secondo me, è il più importante perché ti prepara sia fisicamente, che mentalmente al gesto tecnico del colpo che bisogna eseguire, inoltre è un ottimo esercizio che coinvolge tutta la muscolatura corporea. Oltre a questi, ci sono tantissimi altri esercizi da eseguire, ad esempio movimenti che coinvolgono gli arti inferiori come squat o affondi che non vengono mai usati dai "giocatori della domenica" ma che sono fondamentali, anche per scaldare le articolazioni delle ginocchia che vengono molto sollecitate durante lo swing. Detto questo, possiamo iniziare a tirare i primi colpi di pratica. In genere, consiglio sempre di cominciare con dei piccoli approcci o colpi che non superino i 50 metri di distanza, sempre per evitare possibili traumi muscolari e per continuare il riscaldamento globale corporeo. Successivamente, si può passare a tirare un ferro medio e quindi aumentare la rotazione delle spalle, per poi concludere con dei ferri lunghi e per ultimi i legni e il driver. Quest'ultimo, consiglio sia di tirarlo a metà della pratica, perché il fisico non è ancora molto stanco e quindi si cerca di dare il

massimo per colpire la palla nel migliore dei modi, sia alla fine, perché di solito è il primo bastone che si usa sul tee della buca uno e quindi si ha un feeling maggiore rispetto agli altri ferri, dal momento che è anche il bastone più difficile di tutta la sacca. Una volta finito il riscaldamento ai soggetti è stato posizionato lo strumento con cui sono stati eseguiti i test ovvero il metabolimetro Actiheart.

RISULTATI

I dati di ogni soggetto, registrati dal sistema Actiheart durante le prove, sono stati trasferiti su personal computer attraverso apposito software dedicato (Actiheart software versione 4.0.7), per mezzo del quale è stato possibile visualizzarli, sia in generale che nei dettagli, attraverso appositi report come quelli mostrati nelle figure seguenti.

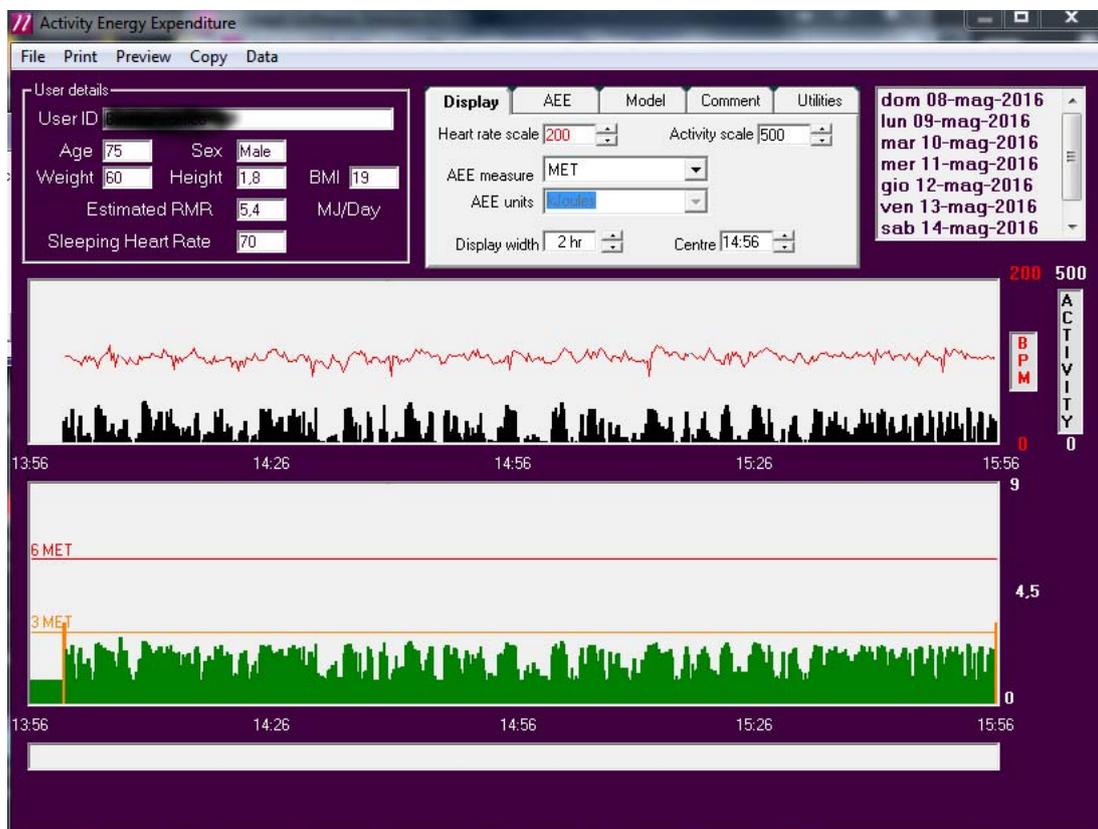


Fig.21

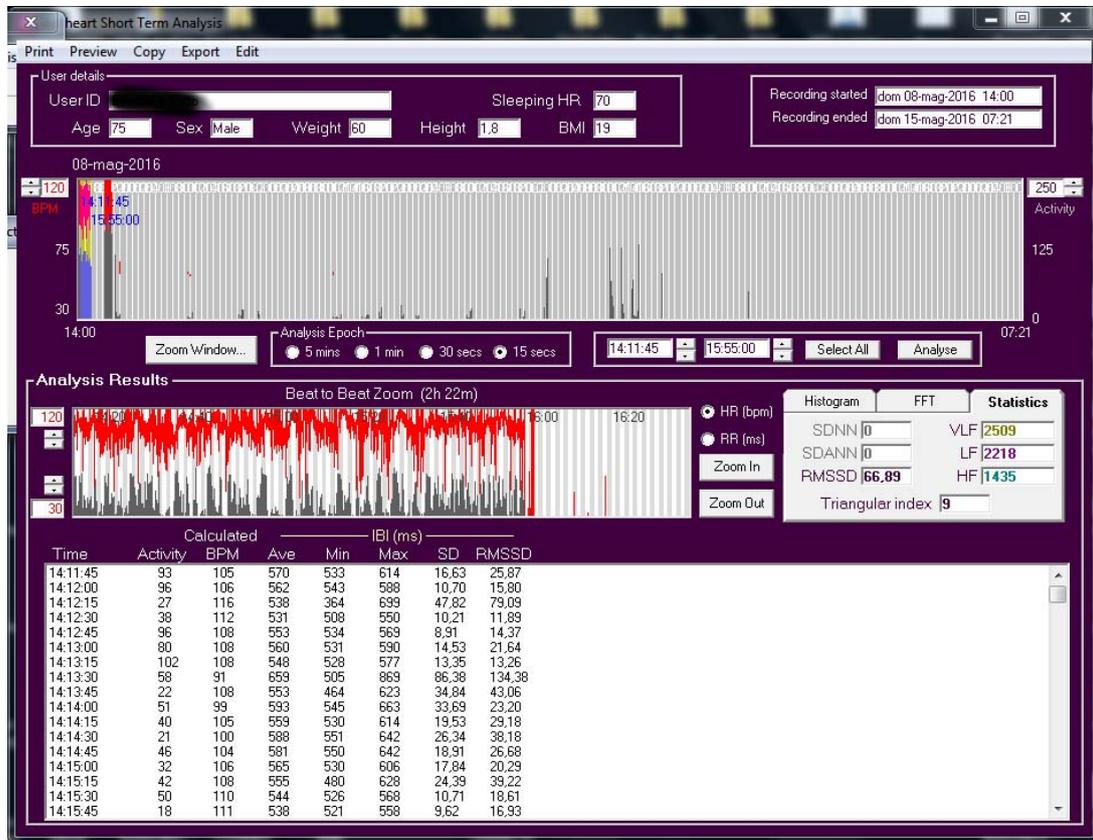


Fig. 22 Le figure mostrano i risultati delle registrazioni effettuate su un soggetto partecipante al protocollo di lavoro. I parametri FC e MET sono stati registrati dagli strumenti ogni 15 secondi.

I dati grezzi (numerici) di ogni soggetto sono stati poi esportati su fogli elettronici con l'utilizzo di Excel (Microsoft Office 2016, Fig. 23), attraverso il quale si è potuto mettere in relazione, con l'utilizzo di grafici, l'andamento dei parametri di interesse (Fig. 24)

Time	Edited Activ	Raw Activ	Cleaned B Raw	BPM	J/min/kg	J/min	J/epoch/kJ/epoch	MET	Branch
14:00:15	77	77	108	108 OK	77,71	4662,32	19,43 1165,58	2,2	2
14:00:30	45	45	107	107 OK	64,11	3846,81	16,03 961,7	2	2
14:00:45	32	32	105	105 OK	57,57	3453,92	14,39 863,48	1,9	2
14:01:00	102	102	102	102 OK	88,32	5299,44	22,08 1324,86	2,4	2
14:01:15	22	22	102	102 OK	39,58	2374,57	9,89 593,64	1,6	2
14:01:30	2	2	101	101 OK	3,6	215,87	0,9 53,97	1,1	3
14:01:45	51	51	101	101 OK	66,66	3999,72	16,67 999,93	2,1	2
14:02:00	83	83	96	96 OK	80,25	4815,23	20,06 1203,81	2,3	2
14:02:15	7	7	103	103 OK	12,59	755,55	3,15 188,89	1,2	2
14:02:30	22	22	107	107 OK	39,58	2374,57	9,89 593,64	1,6	2
14:02:45	2	2	101	101 OK	3,6	215,87	0,9 53,97	1,1	3
14:03:00	29	29	108	108 OK	52,17	3130,12	13,04 782,53	1,8	2
14:03:15	17	17	103	103 OK	30,58	1834,9	7,65 458,72	1,5	2
14:03:45	10	10	102	102 OK	17,99	1079,35	4,5 269,84	1,3	2
14:04:00	109	109	92	92 OK	91,3	5477,83	22,82 1369,46	2,5	2

Fig. 23 Valori numerici dei parametri misurati e calcolati da Actiheart ogni 15 secondi ed esportati su foglio elettronico di Excel relativi ad un soggetto partecipante al protocollo di lavoro.

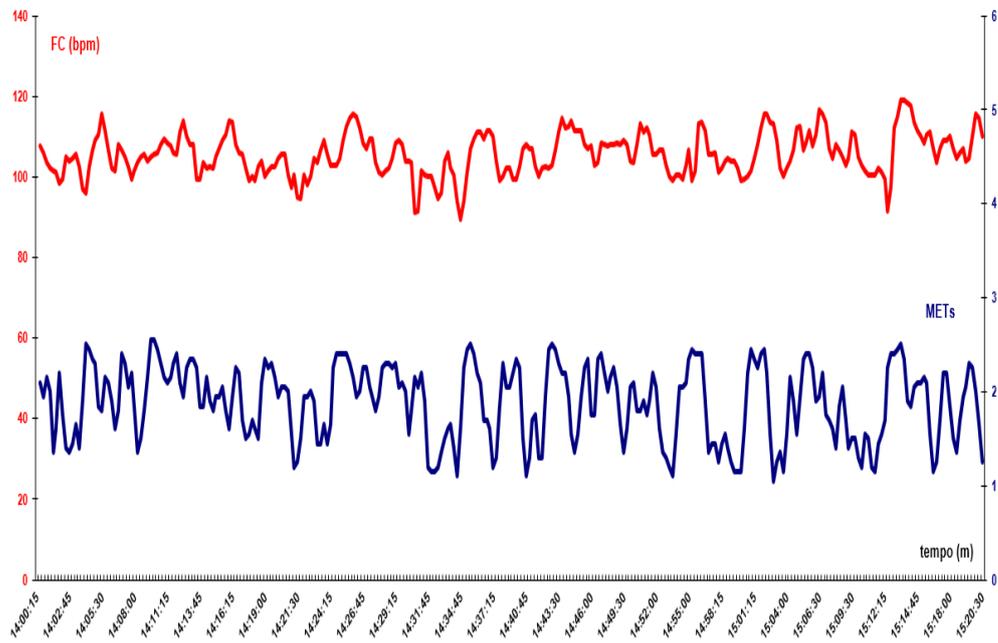


Fig. 24 Andamento della frequenza (FC) cardiaca e dei METs durante la prova svolta da un soggetto partecipante al protocollo di lavoro (dati acquisiti da Actiheart ogni 15 secondi ed esportati su foglio elettronico).

Infine si è proceduto all'elaborazione dei dati relativi all'intero gruppo di soggetti partecipanti al protocollo di lavoro come illustrato nella tabella e nel grafico seguenti (Tab. 4 ; Fig. 25).

Soggetti	MET	Kcal/min	HR (bpm)	%HR max	%HRR (Karvonen)
BF	1,9	2,2	106	68	45
CR	1,9	3,0	108	62	38
NR	2,2	2,8	106	63	38
GR	1,9	2,1	117	72	50
TR	2,0	3,1	95	61	29
PE	2,1	2,9	95	60	32
PM	2,4	3,2	123	71	56
RP	2,0	2,2	105	64	36
AD	2,0	2,5	103	60	32
CC	2,1	2,6	99	63	38

Media	2,1	2,6	106	64	39,5
DS	0,2	0,4	8,9	4,4	8,5

Tab.4 Nella tabella sono illustrati i valori metabolici e di frequenza cardiaca misurati nei soggetti partecipanti al protocollo di lavoro. **MET**: Equivalente metabolico; **Kcal/min**: Equivalente calorico dei Met espressi; **HR**: frequenza cardiaca media durante la prova; **%HRmax**: intensità relativa alla massima frequenza cardiaca teorica ($HR_{max} = 208 - [0,7 \cdot età]$); **%HRR**: intensità relativa alla massima frequenza cardiaca di riserva secondo la metodica di Karvonen.

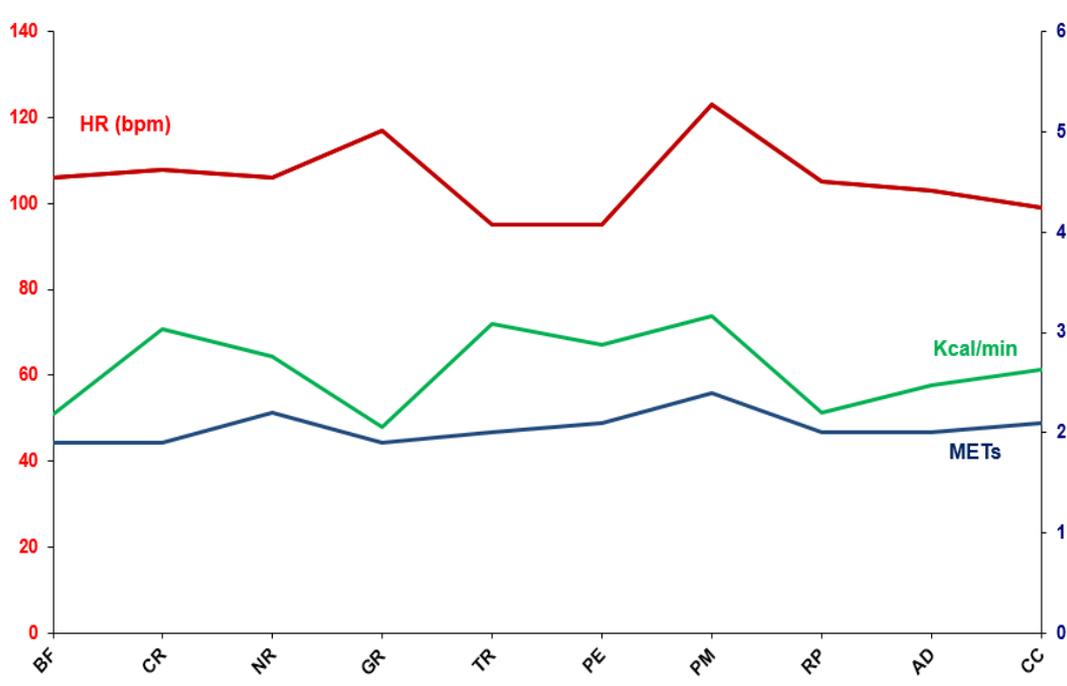


Fig. 25 Rappresentazione grafica dei valori medi di frequenza cardiaca(HR), MET se di consumo calorico (Kcal/min) espressi da tutti i soggetti partecipanti al protocollo di lavoro.

CONCLUSIONI

L'ACSM (*American College of Sport Medicine*) indica le linee guida (*ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription. Ninth Edition, 2013*) per valutare l'intensità dell'esercizio fisico (vedi anche pag. 8), riassunte nello schema sinottico sotto riportato:

Intensity	Cardiorespiratory Endurance Exercise												Resistance Exercise
	Relative Intensity				Intensity (% $\dot{V}O_{2max}$) Relative to Maximal Exercise Capacity in MET			Absolute Intensity	Absolute Intensity (MET) by Age			Relative Intensity	
	%HRR or % $\dot{V}O_{2R}$	%HR _{max}	% $\dot{V}O_{2max}$	Perceived Exertion (Rating on 6-20 RPE Scale)	20 METs % $\dot{V}O_{2max}$	10 METs % $\dot{V}O_{2max}$	5 METs % $\dot{V}O_{2max}$	MET	Young (20-39 yr)	Middle Age (40-64 yr)	Older (≥ 65 yr)	% One Repetition Maximum	
Very light	<30	<57	<37	Very light (RPE ≤ 9)	<34	<37	<44	<2	<2.4	<2.0	<1.6	<30	
Light	30-40	57-64	37-45	Very light to fairly light (RPE 9-11)	34-43	37-46	44-52	2.0-3	<4.8	<4.0	<3.2	30-50	
Moderate	40-60	64-75	46-64	Fairly light to somewhat hard (RPE 12-13)	43-62	46-64	52-68	3.0-6	4.8-7.2	4.0-6.0	3.2-4.8	50-70	
Vigorous	60-90	75-95	64-91	Somewhat hard to very hard (RPE 14-17)	62-91	64-91	68-92	6.0-8.8	7.2-10.2	6.0-8.5	4.8-6.8	70-85	
Near maximal to maximal	≥ 90	≥ 95	≥ 91	\geq Very hard (RPE ≥ 18)	≥ 91	≥ 91	≥ 92	≥ 8.8	≥ 10.2	≥ 8.5	≥ 6.8	≥ 85	

HR_{max}, maximal heart rate; HRR, heart rate reserve; MET, metabolic equivalent; RPE, rating of perceived exertion; $\dot{V}O_{2max}$, maximum oxygen consumption; $\dot{V}O_{2R}$, oxygen uptake reserve.
Adapted from (20).

In base ai parametri illustrati nella figura, se consideriamo l'intensità relativa dello sforzo (cioè espressa in valori percentuali rispetto alla capacità massima) e ci riferiamo ai valori di %HRR (Riserva della Frequenza Cardiaca, prima colonna), notiamo che un valore percentuale di 40 si potrebbe definire "lieve-moderato". Lo stesso si potrebbe dire se ci riferiamo invece ai valori di %HR (Percentuale della Frequenza Cardiaca Massima, seconda colonna), dove il valore sarebbe di circa 64. Questo perché, come già spiegato in precedenza, nel primo caso (%HRR) si opera secondo il concetto della riserva della frequenza cardiaca (Karvonen) considerando anche il dato della frequenza cardiaca di riposo (HRrest), mentre nel secondo caso

(%HR) si considera solo il dato della frequenza cardiaca massima teorica, senza considerare il valore della stessa a riposo.

Nel nostro lavoro i valori medi misurati (%HRR $39,5 \pm 8,5$; %HRmax $64,0 \pm 4,4$) confermerebbero il carattere lieve-moderato dell'attività svolta, come da noi ipotizzato.

Se consideriamo, invece, i valori puramente metabolici riferiti al consumo di Ossigeno (MET), dove un livello "lieve-moderato" corrisponderebbe a un valore di MET = 3 (vedi colonna 8), l'attività svolta nel nostro lavoro sembrerebbe più blanda (MET $2,1 \pm 0,2$) e quindi di tipo lieve. Questo potrebbe dipendere da alcuni fattori tecnici legati allo strumento (Actiheart) e all'operatore, soprattutto di calibrazione e di misura.

Infine, abbiamo provato a stimare il dispendio calorico espresso durante l'attività con l'utilizzo dell'Equivalente calorico dell'Ossigeno (vedi testo). Tale attività potrebbe richiedere un costo energetico di circa $2,6 \text{ Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$.

In conclusione si può affermare che:

- l'attività proposta nel presente lavoro, svolta in un campo di tipo "executive promozionale", sembra indicata per soggetti di età media e anziani, dato il livello di intensità lieve-moderato che probabilmente esprime;
- si tratta comunque di un approccio generale; ulteriori studi con una numerosità maggiore di soggetti e una maggior attenzione alle problematiche tecniche legate alla strumentazione utilizzate sarebbero auspicabili;
- l'esperienza è stata sicuramente di stimolo per programmare ulteriori protocolli di lavoro, data l'importanza che riveste nell'ambito della promozione di uno stile di vita sano.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Slide utilizzate a lezione del corso “Valutazione funzionale del gesto sportivo” del prof. Bruno Magnani
- B. E. Ainsworth et al., Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities, 2011.
- Relationship between %HRmax, %HRReserve, %VO₂max, and %V O₂Reserve in Elite Cyclists. Lounana J., Campion F., Noakes T.D., Medelli J. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2006.
- American College of Sport Medicine. ACSM’s Guideline for Exercise Testing and Prescription. Ninth Edition, 2013.
- Fisiologia dell’Esercizio: Sport, Ambiente, Età, Sesso. Cerrerelli P., Società Editrice Universo, 2001.
- Le Basi Fisiologiche dell’Educazione Fisica e dello Sport. Wilmore J.H., Costill L. Calzetti e Marcucci, 2005
- Fisiologia Applicata allo Sport. Mc Ardle W., Katch F., Katch V. Casa Editrice Ambrosiana, 2009.
- Manuale Sistema Actiheart
- www.wikipedia.org “il gioco del golf”
- www.medicalexpo.it

RINGRAZIAMENTI

Se sono riuscito a diventare professionista e a laurearmi lo devo prima di tutto ai miei genitori e ai nonni che mi hanno permesso di intraprendere sia questo sport, così emozionante ed avvincente, che questa università fantastica, che in questi anni mi ha dato tutte le informazioni necessarie che speravo, aiutandomi sia nei momenti migliori della mia carriera, ma soprattutto nei momenti difficili dopo gare a cui ho partecipato senza ottenere i risultati sperati con tanti impegni e sacrifici, incoraggiandomi a non smettere mai e a continuare ad allenarmi con impegno e costanza. In secondo luogo vorrei ringraziare il Dottor Bruno Magnani, professore dell'università di Pavia che mi ha aiutato moltissimo in questo lavoro, grazie alle sue conoscenze sui vari test e strumenti medici che ho utilizzato; successivamente vorrei ringraziare tutti i soggetti che hanno partecipato ai test con ottimi risultati, non sarei riuscito a svolgere questo lavoro senza di loro. In fine un sincero ringraziamento lo devo anche ai miei amici e compagni di università che in tutti questi anni mi hanno sempre confortato.

A tutti voi dico grazie!