

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'Attività Motoria Preventiva e
Adattata**

TESI DI LAUREA

Determinazione del consumo di ossigeno impiegato durante
un sentiero escursionistico collinare prestabilito su volontari sani

Relatore: Dott. Neunhaeuserer Daniel

Correlatore: Dott. Vecchiato Marco

Laureando: Bedon Marco

N° di matricola: 2057170

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

RIASSUNTO.....	
ABSTRACT	
INTRODUZIONE	1
Turismo Montano	1
Dati del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico	2
Caratteristiche della popolazione che pratica escursionismo.....	3
Risposta fisiologica ad alta quota	4
Cartellonistica del Club Alpino Italiano (CAI).....	7
OBIETTIVO DELLO STUDIO	12
METODI.....	14
Partecipanti	14
Luogo e periodo dello svolgimento dello studio	15
PROGETTAZIONE DELLO STUDIO.....	16
Fase 1: Processo di reclutamento	16
Fase 2: Valutazione ambulatoriale.....	16
Fase 3: Svolgimento delle valutazioni sul campo.....	16
FONDAMENTI ETICI E GIURIDICI.....	19
Consenso informato	19
Rischi per i partecipanti	19
RISULTATI	20
Analisi dati.....	20

Caratteristiche individuali dei partecipanti	20
Risultati ambulatoriali.....	22
Risultati del sentiero numero 14 dei Colli Euganei	25
DISCUSSIONE	33
Limitazioni dello studio e prospettive future	34
CONCLUSIONE.....	35
BIBLIOGRAFIA	36

RIASSUNTO

BACKGROUND: Negli ultimi anni l'escursionismo è diventato un'attività molto popolare e si prevede che la pratica dello stesso aumenterà del 15,2% annuo fino al 2030. Tuttavia, nell'ultimo triennio il Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS) ha ricevuto annualmente oltre 10.000 chiamate, di cui il 47% riguardava incidenti occorsi durante l'attività di escursionismo. Le principali cause di questi incidenti sono imputabili ad incapacità tecnica o fisica (73,9%).

SCOPO DELLO STUDIO: Al fine di diminuire il numero di chiamate di soccorso, l'obiettivo dello studio è indagare se le segnaletiche apposte dal Club Alpino italiano (CAI) sono idonee a prevenire eventi avversi e, nello specifico, diano adeguate indicazioni circa l'impegno cardiocircolatorio, il tempo di percorrenza e il livello di difficoltà che gli escursionisti affronteranno.

MATERIALI E METODI: Per svolgere il presente studio sono stati reclutati 29 partecipanti, con un'età media di $30,4 \pm 8,2$ e privi di patologie che potessero inficiare sul consumo di ossigeno (VO_2). I soggetti hanno svolto dapprima un test cardiopolmonare massimale, al fine di indagare il loro VO_{2picco} , e successivamente hanno percorso il sentiero N. 14 del Parco Regionale dei Colli Euganei, durante il quale è stata loro somministrata la scala di Borg in 8 punti specifici del cammino. In entrambi i test i parametri cardiopolmonari sono stati registrati tramite l'utilizzo di un metabolimetro portatile K5 (Cosmed, Rome, Italy) e, in seguito, tali valori sono stati rapportati, esprimendoli tramite percentuale, al fine di identificare l'intensità di esercizio ai quali i partecipanti erano stati sottoposti durante il sentiero.

RISULTATI: Mediamente lo svolgimento del sentiero N. 14 è paragonabile ad un'attività di intensità lieve o moderata, con un indice medio di fatica percepita da parte dei soggetti di $11,90 \pm 1,35$ della scala di Borg e un VO_2 medio pari al $43,8 \pm 7,47$ % del VO_{2picco} registrato durante il test massimale. Tuttavia, il VO_{2picco} raggiunto percorrendo il sentiero è stato in media il $74,2 \pm 10,5$ % del VO_{2picco} ambulatoriale: tale dato indica che in determinati punti del tragitto l'intensità dello sforzo può diventare vigorosa (Cavigli et al. 2021). Ad ulteriore conferma di ciò, la fatica massima percepita dai soggetti durante in sentiero N. 14 è stata di

14,72 \pm 1,71 della scala di Borg. Quanto al tempo di percorrenza, in media i partecipanti hanno svolto il sentiero in 1 ora, 32 minuti e 29 sec \pm 9 minuti, 20 secondi.

CONCLUSIONI: Le informazioni fornite dalla segnaletica apposta dal CAI non sono idonee a prevenire eventi avversi durante lo svolgimento del sentiero preso in esame (sentiero N. 14 del Parco Regionale dei Colli Euganei). Invero, sebbene mediamente sia stato svolto un esercizio di intensità moderata – che non è quasi mai controindicato, nemmeno a medie altitudini (Parati et al. 2018; Pelliccia et al. 2021; Cornwell et al. 2021) –, è stato rilevato che in determinati tratti del percorso l'attività fisica è stata di intensità vigorosa (Cavigli et al. 2021). Inoltre, il tempo di percorrenza è risultato nettamente inferiore a quello indicato dalla segnaletica del CAI. Di conseguenza, lo svolgimento di tale tragitto da parte di una popolazione più anziana con patologie croniche stabilizzate potrebbe richiedere un'intensità di esercizio maggiore, quindi, potrebbe potenzialmente esporre l'escursionista ad un elevato rischio per la salute.

ABSTRACT

BACKGROUND: In recent years, hiking has become a very popular activity, and it is projected to increase by 15.2% annually until 2030. However, over the last three years, the Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS) has received over 10,000 calls annually, with 47% of them related to incidents occurring during hiking. The primary causes of these incidents are attributed to technical or physical incapacity (73.9%).

STUDY OBJECTIVE: To reduce the number of rescue calls, the aim of this study is to investigate whether the signage posted by the Club Alpino Italiano (CAI) are suitable for preventing adverse events and, specifically, whether they provide adequate information about cardiovascular effort, estimated time of travel, and the level of difficulty that hikers will face.

MATERIALS AND METHODS: To conduct this study, 29 participants were recruited, with an average age of 30.4 ± 8.2 and without any medical conditions that could affect oxygen consumption (VO_2). Subjects initially underwent a maximal cardiopulmonary test to investigate their VO_{2peak} . Subsequently, they hiked trail number 14 in the Parco Regionale dei Colli Euganei, during which the Borg Scale was administered at eight specific points along the trail. In both tests, cardiopulmonary parameters were recorded using a portable K5 metabolimeter (Cosmed, Rome, Italy), and these values were later expressed as percentages to identify the exercise intensity the participants were exposed to during the hike.

RESULTS: On average, hiking trail number 14 was found to be comparable to a light or moderate-intensity activity, with subjects reporting an average perceived exertion score of 11.90 ± 1.35 on the Borg Scale and an average VO_2 equal to $43.8 \pm 7.47\%$ of their VO_{2peak} recorded during the maximal test. However, the VO_{2peak} reached during the hike was, on average, $74.2 \pm 10.5\%$ of their peak ambulatory VO_2 . This data indicates that at certain points along the trail, the exercise intensity can become vigorous (Cavigli et al. 2021). As further confirmation, the maximum perceived exertion by subjects during trail number 14 was 14.72 ± 1.71 on the Borg Scale. As for the travel time, on average, participants completed the trail in 1 hour, 32 minutes, and 29 seconds \pm 9 minutes, 20 seconds.

CONCLUSIONS: The information provided by the signage from CAI is not suitable for preventing adverse events during the examination of the trail (trail number 14 N. del Parco Regionale dei Colli Euganei). Although, on average, a moderate-intensity exercise was performed, which is rarely contraindicated, even at moderate altitudes (Parati et al. 2018; Pelliccia et al. 2021; Cornwell et al. 2021), it was observed that in certain parts of the trail, physical activity was of vigorous intensity (Cavigli et al. 2021). Furthermore, the travel time was significantly less than what was indicated by the CAI signs. Consequently, the completion of this route by an older population with stabilized chronic conditions may require a higher exercise intensity and potentially expose the hiker to a higher health risk.

INTRODUZIONE

Turismo Montano

Negli ultimi anni si è assistito ad un vero e proprio incremento del turismo montano, per il quale si prevede un'ulteriore espansione ad un tasso di crescita annuale del 15,2% fino al 2030. Lo sviluppo di questo settore è guidato dalla propensione dei turisti, anche anziani, verso le attività di escursionismo come l'hiking (M. Burtscher et al. 2001) (Grand View Research 2022). È stato stimato che ogni anno più di 100 milioni di turisti trascorrono le vacanze in montagna (M. Burtscher et al. 2001) e, nello specifico, più di 10 milioni di turisti soggiornano in Austria e circa 40 milioni nelle Alpi (Ponchia et al. 2006).

Nonostante la pandemia da COVID 19, nell'estate del 2020 molte destinazioni turistiche di montagna hanno registrato un aumento significativo di visitatori (Romeo et al 2021). Questo dato è stato confermato anche in Italia dove, secondo l'Istituto Nazionale di Ricerche Turistiche, il trekking e l'escursionismo sono state le attività più praticate nell'estate 2020 e 2021 da oltre 10 milioni di italiani (ISNART, 2021).

L'escursionismo in montagna è un'attività fisica consigliata per la prevenzione dello sviluppo di patologie sia per i giovani che per le persone anziane (H. Gatterer et al. 2015); questo è causato dalla necessità di utilizzare una grande massa muscolare per un periodo di tempo prolungato ad un'intensità prevalentemente moderata (Powell, Paluch, and Blair 2011). Oltre all'attività fisica propria dell'escursionismo in montagna, l'esposizione ad altitudini moderate e quindi a lievi condizioni ipossiche, può avere ulteriori effetti benefici per la salute (Schobersberger et al. 2010).

Sebbene l'attività in montagna porta indubbiamente molti benefici per la salute della popolazione, questa massiccia frequentazione dell'ambiente montano, ha contribuito a generare un aumento degli incidenti e delle chiamate di soccorso.

Dati del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico

I dati registrati dal Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS) nel 2020 indicano un totale di 10279 interventi totali, i quali sono aumentati nel 2021, con un totale di 10730 casi e leggermente diminuiti nel 2022 con 10125 casi.

Dall'anno 2020 fino al 2022, i dati raccolti CNSAS affermano che le principali cause degli incidenti durante le attività in montagna sono:

- la caduta (circa il 46.5%)
- l'incapacità (circa il 27.3%).

È interessante notare come nell'11.8% nel 2020 e 2021, e nel 13.7% nel 2023 dei casi l'intervento del CNSAS sia stato causato dall'insorgenza di un malore (Ciesa, Grigolato, and Cavalli 2015) (CNSAS – 2020-2021-2022).

Nella tabella sottostante (tabella 1) sono state riportate le cause degli interventi degli ultimi 3 anni da parte del CNSAS, dove si può notare come la caduta, l'incapacità e il malore, rappresentino l'87% delle cause degli interventi totali.

TABELLA 1: DATI CNSAS ANNO 2020, 2021, 2022. IL NUMERO DEGLI INTERVENTI TOTALI, SUDDIVISI IN BASE ALLA CAUSA CHE LI HA ORIGINATI, SONO ESPRESSI TRAMITE VALORE ASSOLUTO E VALORE PERCENTUALE.

	ANNO 2020		ANNO 2021		ANNO 2022	
	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%
CADUTA/SCIVOLATA	4604	46,9	4967	46,8	4648	45,9
INCAPACITA'	2791	28,4	2894	27,3	2665	26,3
MALORE	1158	11,8	1255	11,8	1383	13,7
MALTEMPO	711	3,6	474	4,5	371	3,7
ALTRO	1015	9,3	1140	9,6	1058	10,4
TOTALE	10279	100	10730	100	10125	100,0

L'attività che stavano svolgendo le persone nel momento in cui il CNSAS è intervenuto a soccorrerle nella maggior parte dei casi nell'ultimo triennio era l'escursionismo. In particolare, l'escursionismo nel 2020 era l'attività svolta dal 46,6% delle persone (4579 persone); nel 2021 dal 47.8% (5075 persone) e nel 2022 dal 50.2% delle persone (5083 persone).

Caratteristiche della popolazione che pratica escursionismo

Nonostante, la maggior parte degli incidenti durante l'escursionismo non porti al decesso (meno di 5 decessi ogni 100 persone), devono essere presi in considerazione i principali fattori di rischio di morte durante questa attività, ovvero il sesso maschile, l'età avanzata, le malattie preesistenti, l'insufficiente capacità funzionale e l'equipaggiamento inadeguato (Gatterer et al. 2019.; Ponchia et al. 2006; Burtscher et al. 1993).

In accordo con quanto sopra riportato, infatti, tra gli escursionisti che hanno subito una caduta durante un'escursione in Tirolo tra il 2016 e il 2018, un'alta percentuale (circa il 70%) aveva un'età superiore ai 50 anni, il 36% non raggiungeva il livello di attività fisica raccomandato dall'OMS (150 minuti/settimana), il 52% degli uomini e il 34% delle donne erano in sovrappeso (indice di massa corporea $> 25 \text{ kg/m}^2$) e il 39% delle vittime assumeva regolarmente farmaci per patologie preesistenti (Faulhaber et al. 2020).

Analizzando le caratteristiche della popolazione che pratica escursionismo, circa il 58% hanno un'età superiore a 40 anni e, tra questi, dal 15.3% al 28.0% dei casi presenta delle patologie cardiovascolari preesistenti (Faulhaber et al. 2007). In particolare, più di 6 milioni di persone con età maggiore di 60 anni svolge attività di montagna nell'area alpina (Martin Burtscher 2004), presentando prevalentemente malattie cardiovascolari in una percentuale che supera il 35% ed è in aumento (Faulhaber et al. 2007). Tra le malattie cardiovascolari, l'ipertensione arteriosa è la patologia più frequentemente riscontrata tra le persone che praticano escursionismo (pari al 68.1%), mentre la Cardiopatia Coronarica, con o senza infarto miocardico, ha una prevalenza del 15.9% (Faulhaber et al. 2007). Spesso gli escursionisti che soffrono di una o più malattie cardiovascolari praticano meno di 1h di attività fisica alla settimana rispetto a coloro che non presentano alcuna patologia (Faulhaber, Flatz, and Burtscher 2007) Da un altro studio è emerso che il 24% dei turisti che frequentano la montagna assume farmaci per patologie croniche (Honigman et al. 1993).

Risposta fisiologica ad alta quota

Le attività di montagna non solo implicano uno sforzo fisico, ma quest'ultimo, combinato con un cambiamento di tipo ambientale come: temperatura, umidità e pressione parziale di ossigeno, vanno ad agire sul sistema cardiovascolare (Cornwell et al. 2021). Dalla tabella 2, si può notare come, man mano che l'altitudine aumenta, il VO_2 max disponibile alla pratica dell'attività fisica diminuisca. Questa variazione del VO_2 max è causata dalla diminuzione ambientale della pressione parziale di ossigeno.

ALTITUDINE	RIDUZIONE IN % DEL VO_2Max	FRAZIONE DI OSSIGENO RESPIRATO (FIO_2) RISPETTO AL LIVELLO DEL MARE
Altitudine Estrema (≥ 5500 m)	47 %	~ 0.09
Alta Altitudine 3000 m	29%	~0.12
Media Altitudine 2000 m	9%-6%	~0.15 - ~ 0.16
Bassa Altitudine 500 m	4%-1%	~0.16 - ~0.17

TABELLA 2: CAMBIAMENTI AMBIENTALI IN RELAZIONE ALL'ALTITUDINE. PER OGNI RANGE DI DI ALTITUDINE È INDICATA LA RIDUZIONE ASSOCIATA NELLA FRAZIONE DI OSSIGENO INSPIRATO (FIO_2) RISPETTO AL LIVELLO DEL MARE E LA RIDUZIONE PERCENTUALE DELLA CAPACITÀ FUNZIONALE DEL VO_2 MASSIMO (VO_2 MAX) ALL'AUMENTARE DELL'ALTITUDINE. TABELLA ADATTATA DA CORNWELL ET AL. 2021.

L'ambiente ipossico impone una risposta altamente dinamica del sistema cardiovascolare, il quale è guidato dall'aumento del tono simpatico, ossia dell'attività del sistema nervoso simpatico. Questo aumento è causato dalla stimolazione dei chemocettori periferici, che rilevano la diminuzione dell'ossigeno nel sangue, e proporzionalmente al livello di ipossia stimolano l'attivazione del sistema nervoso (Hofstetter et al. 2017). In risposta a questo aumento dell'attività simpatica, la frequenza cardiaca, il volume sistolico e la gittata cardiaca aumentano acutamente. Inizialmente, la pressione sanguigna può diminuire a causa della vasodilatazione sistemica indotta dall'ipossia. Questo comporta una diminuzione della resistenza vascolare. Tuttavia, con l'acclimatazione, la pressione arteriosa può aumentare a livelli spesso superiori a quelli del livello del mare (Hofstetter, Scherrer, and Rimoldi 2017; Cornwell et al. 2021; Bärtsch and Gibbs 2007).

L'impatto di uno stimolo ipossico può variare tra gli individui in base alla loro storia medica, ai fattori di rischio e alle terapie farmacologiche. Tuttavia, ci sono alcune importanti questioni comuni a tutti i pazienti con malattie cardiovascolari che devono essere enfatizzate (Levine 2015). Per prima cosa, le riduzioni nella disponibilità di ossigeno possono esacerbare i sintomi; infine, la combinazione di ipossia con altri fattori di stress ambientale (temperatura, esercizio fisico, disidratazione o lesioni) può: causare una sindrome coronarica acuta, peggiorare i sintomi dell'ischemia e dell'insufficienza cardiaca, aumentare la pressione arteriosa, peggiorare l'apnea notturna e le aritmie. (Cornwell et al. 2021).

In linea con le riduzioni della pressione parziale di ossigeno in alta quota, si verificano riduzioni della capacità funzionale. In generale, per individui sani (Fulco, Rock, and Cymerman 1998), per gli anziani (Cornwell et al. 2021) e individui con malattia delle arterie coronarie e insufficienza cardiaca con frazione di eiezione ridotta (Hofstetter, Scherrer, and Rimoldi 2017); il consumo massimo di ossigeno diminuisce di circa l'1% per ogni aumento di 100 metri di altitudine sopra i 1500 metri. Pertanto, i soggetti più giovani e in buona salute, che hanno una maggiore capacità funzionale al livello del mare, probabilmente tollereranno un'altitudine elevata meglio di individui più anziani o con patologie cardiache preesistenti, poiché la stessa riduzione del $\approx 25\%$ nella capacità di lavoro può causare difficoltà nell'eseguire compiti di base come attività quotidiane, salire le scale o semplici passeggiate ricreative (Erdmann et al. 1998).

Tuttavia, ad un'intensità adeguata e alla giusta altitudine, l'attività fisica in montagna non presenta particolari rischi, ma mantiene i benefici delle attività outdoor (Cornwell et al. 2021; Powell, Paluch, and Blair 2011). Queste attività migliorano la condizione generale della persona, in quanto abbassano il livello di stress, rinforzano il sistema immunitario e il benessere psicologico, riducendo l'ansia, la rabbia e la depressione, riducendo anche l'infiammazione (Mitten et al. 2018).

Invero, lo studio di H. Gatterer et al. non ha riscontrato aumenti nello sviluppo di malattie cardiovascolari in persone anziane con ipertensione arteriosa che svolgono trekking in salita di durata inferiore alle 3 ore, con il punto di partenza collocato al massimo a 1000 metri di altezza e un dislivello di 500 metri (H. Gatterer et al. 2015). Invece pazienti con cardiopatia coronarica, asintomatici a livello del mare, generalmente possono tollerare un esercizio ad

altitudine moderata (pari a 2000 metri), senza manifestare nessuna ischemia o aritmia (Erdmann et al. 1998).

Inoltre, vari studi hanno indagato la presenza di alterazioni a livello cardiaco in pazienti che hanno subito una rivascolarizzazione in periodi diversi (dai 6 ai 18 mesi) e praticano hiking a diverse altitudini (da 2500 a 3454 metri). Tali studi hanno concluso che, trascorsi i 6 mesi, i pazienti possono tollerare l'esercizio in altitudine senza incorrere in nuovi episodi di ischemia, eventi coronarici o complicazioni dello stent (Erdmann et al. 1998; Schmid et al. 2006; Messerli-Burgy et al. 2009).

Infine, un ulteriore studio ha dato atto che, durante un'ascesa da 1000 a 2500 metri eseguita dopo un periodo di acclimatamento di due giorni, non è stato registrato nessun evento ischemico in pazienti che presentavano cardiopatia coronarica e scompenso cardiaco a frazione di eiezione ridotta (frazione di eiezione $39\% \pm 6\%$) (Erdmann et al. 1998).

In conclusione, l'attività fisica montana può essere svolta anche da persone con cardiopatia coronarica, purché l'intensità sia al di sotto della soglia ischemica; mentre, per i soggetti che presentano un'insufficienza cardiaca clinicamente stabile e asintomatica, è possibile eseguirla a bassa-media intensità (Cornwell et al. 2021; Parati et al. 2018).

A ciò si aggiunga che, per praticare escursionismo in montagna in modo sicuro, è consigliabile far precedere l'esercizio fisico da un periodo di acclimatamento, per ridurre il rischio di eventi avversi, e da una preparazione fisica adeguata (Cornwell et al. 2021).

Cartellonistica del Club Alpino Italiano (CAI)

Si può quindi ipotizzare che l'aumento delle chiamate di soccorso sia dovuto a differenti ragioni come l'aumento dei frequentatori neofiti della montagna, che potrebbero non avere un'adeguata preparazione fisica e/o tecnica o piena consapevolezza del proprio stato di salute. Un'altra ragione potrebbe essere dovuta al fatto che non sempre vengono consultate le schede tecniche dei sentieri e gli escursionisti basano la propria uscita solo sulla cartellonistica montana, che per quanto precisa possiede dei limiti.

Esistono infatti diverse classificazioni internazionali dei sentieri di montagna, alcune specifiche per l'escursionismo e spesso la difficoltà del percorso viene indicata sulla cartellonistica (Quaderno CAI 2010).

La Commissione Centrale Escursionismo del Club Alpino Italiano ha individuato la seguente classificazione per quel che riguarda la tipologia di sentieri riscontrabili nel territorio suggerendo al contempo l'interesse prevalente e i gradi di difficoltà nella percorrenza dell'itinerario stesso.

T: itinerario escursionistico-turistico. Itinerario di ambito locale su carrarecce, mulattiere o evidenti sentieri. Si sviluppa nelle immediate vicinanze di paesi, località turistiche, vie di comunicazione e riveste particolare interesse per passeggiate facili di tipo culturale o turistico-ricreativo.

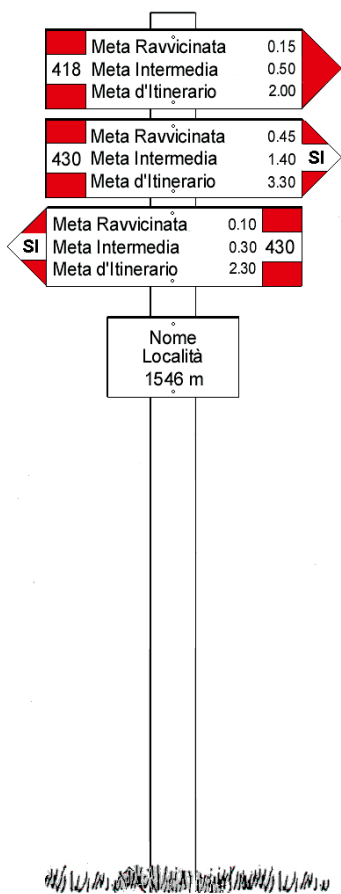
E: itinerario escursionistico privo di difficoltà tecniche. Sentiero privo di difficoltà tecniche che corrisponde in gran parte a mulattiere realizzate per scopi agro - silvo - pastorali, militari o a sentieri di accesso a rifugi o di collegamento fra valli. È il tipo di sentiero maggiormente presente sul territorio e più frequentato e rappresenta il 75% degli itinerari dell'intera rete sentieristica organizzata.

EE: itinerario per escursionisti esperti. Sentiero che si sviluppa in zone impervie con passaggi che richiedono all'escursionista una buona conoscenza della montagna, tecnica di base e un equipaggiamento adeguato. Corrisponde generalmente a un itinerario di traversata nella montagna medio alta e può presentare dei tratti attrezzati – sentiero attrezzato - con infissi (funi corrimano e brevi scale) che però non snaturano la continuità del percorso.

EEA: itinerario per escursionisti esperti con attrezzatura. Itinerario che conduce l'alpinista su pareti rocciose o su aeree creste e cenge, preventivamente attrezzate con funi e/o scale senza le quali il procedere costituirebbe una vera e propria arrampicata. Richiede adeguata preparazione ed attrezzatura quale casco, imbrago e dissipatore.

Oltre alla classificazione delle varie tipologie di sentieri di tipo escursionistico, le persone prima di intraprendere il percorso scelto si imbattono in due tipologie di segnaletica:

- segnaletica verticale. (detta anche principale) È generalmente costituita dalle tabelle, poste all'inizio del sentiero e agli incroci più importanti, che contengono informazioni sulle località di posa, con nome e quota del luogo, o sulle località di destinazione (meta ravvicinata, intermedia e di itinerario) con i tempi di percorrenza e il numero del sentiero come in figura 1.



- segnaletica orizzontale: (detta anche secondaria o intermedia) È formata da segnavia a vernice di colore bianco-rosso o rosso-bianco-rosso (detto anche bandierina e che contiene il numero del sentiero) posti all'inizio e lungo il sentiero, su sassi o piante, utilizzati per offrire l'informazione di continuità e conferma del percorso come in figura 2.



FIGURA 1: SEGNALETICA VERTICALE, DETTA ANCHE PRINCIPALE (QUADERNO CAI).

FIGURA 2: SEGNALETICA ORIZZONTALE, DETTA ANCHE SECONDARIA (QUADERNO CAI).

Per quanto riguarda la segnaletica verticale possiamo trovare:

- La tabella segnavia ha la forma di freccia; si usa per indicare la direzione della/e località di destinazione del sentiero e il tempo indicativo necessario ad un medio escursionista per raggiungerla/e a piedi.
- Tabella località: La troviamo agli incroci più significativi di un percorso (passi, forcelle, piccoli centri abitati) che trovino usualmente riscontro sulla cartografia e nelle mete indicate sulle tabelle segnavia; di norma contiene il nome della località e la relativa quota (non aggiungere punti per l'abbreviazione di metri o per le migliaia).
- Tabella per via ferrata: Va posta all'inizio di un sentiero di accesso ad una via ferrata o ad un sentiero attrezzato impegnativo nonché all'inizio del tratto attrezzato per l'invito – quadrilingue - ad usare correttamente le attrezzature fisse e ad autoassicurarsi alle stesse. Usualmente, sulla stessa tabella, viene indicato un recapito al quale segnalare eventuali danni alle attrezzature.

Tabellone o pannello d'insieme (come in figura 3): È un pannello di grande formato, collocato nei paesi o principali luoghi d'accesso alle reti sentieristiche. Rappresenta l'insieme degli itinerari della zona, inquadrandoli anche dal punto di vista geografico, ambientale e storico.

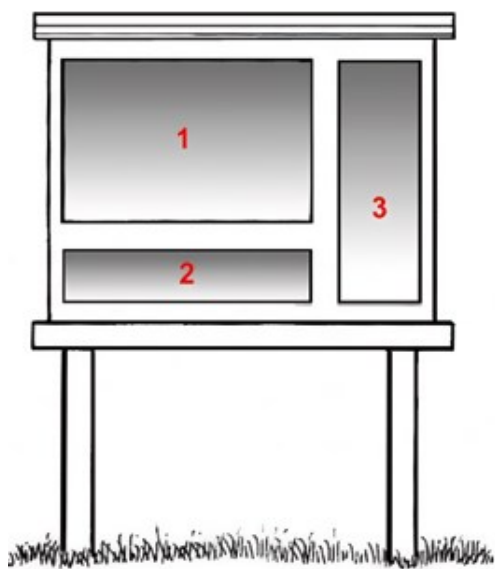


FIGURA 3: TABELLONE D'INSIEME (QUADERNO CAI).

La struttura portante è in legno. Il pannello informativo è suddiviso in tre aree che contengono:

1. una cartografia schematica della rete escursionistica e dei collegamenti stradali e infrastrutture esistenti;
2. elenco degli itinerari escursionistici accessibili dal luogo, numero dei sentieri, tempi di percorrenza
3. note descrittive di carattere ambientale e storico riguardanti il territorio ed eventuali altre informazioni significative per la zona.

I tempi di percorrenza riportati sui cartelli sono calcolati per un individuo medio, che però non considerano i diversi fattori che influenzano la capacità aerobica di un soggetto che è un requisito fondamentale per le attività prolungate come l'escursionismo. Tale parametro dipende dall'interazione dei sistemi cardiocircolatorio e respiratorio, oltre che dai muscoli metabolicamente attivi, e può essere influenzato dal peso, dall'età, dal sesso e da eventuali stati patologici. Negli adulti di età superiore ai 35 anni, il massimo consumo di ossigeno (VO_2max) è l'indicatore più affidabile delle prestazioni di resistenza e della fitness cardiorespiratoria e diminuisce all'aumentare dell'età (Burtscher 2004). I tempi medi di percorrenza che vengono esposti sui cartelli vengono calcolati in due modi:

- Il primo metodo stima il tempo di percorrenza in base all'esperienza: in genere, in un'ora di cammino lungo un sentiero facile, una persona mediamente allenata guadagna circa 350 metri in quota e 500 metri in discesa. Se l'itinerario si svolge a quote superiori ai 2800-3000 metri percorre rispettivamente 250-300 metri in salita e 400-450 metri in discesa. Se il percorso è ondulato o piano e non presenta difficoltà che richiedano particolari attenzioni, il tempo di percorrenza deve fare riferimento ai chilometri percorsi; 3,5-4 km l'ora. I tempi calcolati sono effettivi e non tengono conto delle soste.
- Il secondo metodo ha un carattere più scientifico rispetto al primo; infatti, si basa sull'utilizzo del diagramma dell'Ente Svizzero Pro Sentieri (figura 4) e di una cartina topografica, sulla quale va calcolata la distanza dei vari tratti di sentiero, la quota dei luoghi di posa delle tabelle o di eventuali punti intermedi. Per ogni tratto va annotata la differenza di dislivello e la distanza, i cui dati, riportati sul diagramma, permetteranno di leggere il tempo di marcia in corrispondenza delle linee rosse dei minuti. Il tempo della tratta sarà quindi arrotondato ai 5 minuti e infine sommato.

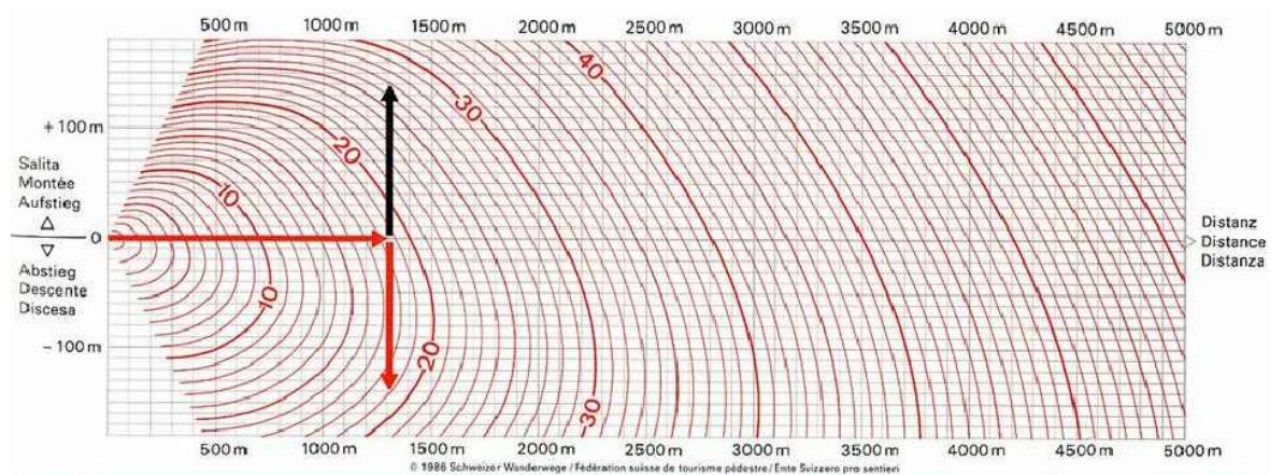


FIGURA 7: DIAGRAMMA DELL'ENTE SVIZZERO PRO SENTIERI (QUADERNO CAI).

I tempi riportati sui cartelli sono calcolati per un individuo medio, che però non considerano i diversi fattori che influenzano la capacità aerobica di un soggetto che è un requisito fondamentale per le attività prolungate come l'escursionismo.

OBIETTIVO DELLO STUDIO

Negli ultimi anni, ma soprattutto dopo l'epidemia da SARS-CoV-2, l'attività fisica in montagna ha subito un grande incremento: un numero sempre maggiore di individui pratica escursioni e molti di essi presentano patologie a livello cardiovascolare, come l'ipertensione arteriosa o la cardiopatia coronarica (Faulhaber et al. 2007).

Ad oggi, le persone possono ottenere indicazioni sulla difficoltà e sulla durata di un sentiero tramite la segnaletica CAI, ma tali informazioni non sono individualizzate per ciascun soggetto.

Spesso, tra coloro che soffrono di una o più malattie cardiovascolari, l'attività fisica svolta settimanalmente è inferiore a un'ora rispetto a coloro che non presentano alcuna patologia (Faulhaber, Flatz, and Burtscher 2007).

Parallelamente all'aumento di coloro che praticano escursionismo si è registrato un incremento delle chiamate di soccorso al Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico, che riceve annualmente oltre 10.000 chiamate, di cui il 47% riguarda incidenti occorsi durante l'attività di escursionismo.

Pertanto, si può ipotizzare che l'aumento delle chiamate di soccorso sia dovuto anche all'aumento di frequentatori neofiti della montagna, che potrebbero non avere un'adeguata preparazione fisica e/o tecnica o piena consapevolezza del proprio stato di salute. Un'altra ragione di tale incremento potrebbe essere la mancata consultazione delle schede tecniche dei sentieri: gli escursionisti basano la propria uscita solo sulla cartellonistica montana che, per quanto precisa, non considera le differenze individuali in termini di BMI, livello di attività fisica o presenza di patologie croniche.

Al fine di evitare eventi avversi e diminuire le chiamate di intervento da parte del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico dovute a incapacità e cadute ($73,9 \pm 1,5\%$ degli interventi totali nell'ultimo triennio) o malore ($12,4 \pm 1,1\%$ degli interventi totali nell'ultimo triennio), è necessario adottare strategie di prevenzione per garantire la sicurezza nello svolgimento di tale attività fisica.

In passato sono stati eseguiti test cardiopolmonari su 50 soggetti che hanno affrontato un percorso lungo 1 km con una pendenza del 15% ed è stato rilevato un consumo di ossigeno medio del 62% del VO_{2max} (Burtscher 2004). Quindi, mediamente, è stato svolto un esercizio

di intensità moderata, che non è quasi mai controindicato, nemmeno a medie altitudini (Parati et al. 2018; Pelliccia et al. 2021; Cornwell et al. 2021).

L'obiettivo del progetto è lo studio del consumo di ossigeno durante l'attività dell'hiking (VO_{2walk}), sia in termini assoluti, sia in termini di percentuale del VO_{2picco} . Inoltre, si intende valutare quanto differisce il consumo di ossigeno ed il tempo di percorrenza tra i vari soggetti che affronteranno un sentiero comune. Infine, si verificherà se i dati di percorrenza del sentiero in termini di tempo e di fatica percepita sono paragonabili a quelli espressi dalla segnaletica verticale posta dal CAI e reperiti dagli utenti, per accertare se tali informazioni sono idonee a garantire lo svolgimento del sentiero in sicurezza.

METODI

Partecipanti

I partecipanti sono stati reclutati tramite i canali informativi dell'Università degli Studi di Padova e tramite l'Azienda Ospedaliera di Padova in particolare tra escursionisti appassionati di montagna, lavoratori e studenti. I partecipanti per poter prendere parte allo studio dovevano soddisfare i criteri di inclusione.

I criteri di inclusione:

- Età > 18 anni compiuti
- Consenso informato verbale e scritto è un requisito per partecipare allo studio
- Assenza di patologie che potrebbero modificare il consumo di ossigeno del soggetto in caso quest'ultimo fosse sano.

Criteri di esclusione:

- Abuso di sostanze psicotrope.
- Presenza di patologie cardiovascolari o altre patologie che controindichino l'esecuzione di un test da sforzo.
- Malattie organiche acute di recente insorgenza.
- Problemi ortopedici che controindichino lo svolgimento di un test da sforzo o le attività fisiche svolte durante lo studio.
- Livelli di emoglobina <9.5 g/dl.
- Aneurisma noto dell'aorta toracica.
- Recenti interventi di chirurgia toracica e/o addominale.
- Pneumotorace recente.
- Età < 18 anni.

Luogo e periodo dello svolgimento dello studio

Lo studio è stato condotto dall'ultima settimana del mese di Aprile alle prime due settimane del mese di Giugno 2023, presso l'ambulatorio della Medicina dello Sport e dell'Esercizio del Dipartimento di Medicina dell'Università di Padova, Azienda Ospedaliera Università di Padova e presso il Parco Regionale dei Colli Euganei nel comune di Teolo e Rovolon, più specificatamente presso il sentiero numero 14- Sentiero del Monte Grande. Il percorso svolto dai soggetti presso il sentiero numero 14 dei colli euganei misura in totale 8,2 km, con un dislivello di 300 metri totali, il tempo di percorrenza secondo la cartellonistica verticale del CAI è di 2 ore e 30 minuti. Nello specifico il percorso veniva svolto due volte, perché, una volta raggiunto l'arrivo indicato dalla segnaletica verticale del CAI, il soggetto doveva ritornare al punto di partenza ripercorrendo l'intero percorso. I tempi di percorrenza indicati dalla Segnaletica del CAI erano differenti tra l'andata e il ritorno, in particolare la prima parte di percorso (dal parco le Fiorine alla Baita Fiorine) aveva una tempistica dichiarata di 1 ora e 20 minuti, mentre la seconda parte (dalla Baita Fiorine al parco le Fiorine) di 1 ora e 10 minuti. Durante lo svolgimento del percorso sono state annotate le condizioni climatiche. In particolare, tramite la stazione meteo Arpav di Teolo sono stati rilevati la temperatura, la percentuale di umidità a 2 metri dal suolo, la radiazione globale e la velocità media e direzione prevalente del vento. Dalla stazione dati del Monte Grande che si trova in cima al percorso svolto sono stati rilevati i dati della temperatura a 2 metri dal suolo. Inoltre, i dati sopra citati sono stati confrontati con i dati di temperatura dell'aria e di umidità registrati dal metabolimetro portatile (K5, Cosmed, Rome, Italy).

La Baita passo Fiorine, è stata utilizzata come campo base dove, tramite la disponibilità della struttura, si è potuto avere un appoggio logistico, effettuando così tutte le rilevazioni, e calibrazioni necessarie per lo svolgimento dei test.

PROGETTAZIONE DELLO STUDIO

Fase 1: Processo di reclutamento

La prima parte è consistita nel reclutamento dei partecipanti, che sono stati informati degli obiettivi dello studio e hanno soddisfatto i criteri di inclusione.

Fase 2: Valutazione ambulatoriale

I partecipanti inclusi hanno ricevuto una valutazione medica ambulatoriale presso la Medicina dello Sport e dell'Esercizio dell'Azienda Ospedale Università di Padova. Oltre ai parametri antropometrici (peso, altezza, BMI), è stata raccolta un'adeguata anamnesi e un esame obiettivo.

Dopo non aver individuato nessuna controindicazione che potesse rientrare in qualche criterio di esclusione, il soggetto ha svolto un test da sforzo cardiopolmonare incrementale massimale su treadmill con un metabolimetro portatile (K5, Cosmed, Rome, Italy) fino all'esaurimento del paziente, raggiungendo una fatica percepita pari o superiore a 18/20 secondo la scala di Borg, con un protocollo apposito (Bruce modificato), con cui è stato misurato direttamente il consumo di ossigeno. Tutto il test è stato continuamente monitorato con la misurazione della pressione arteriosa (a riposo, due volte durante sforzo di cui una all'apice dello sforzo e 3 volte durante il recupero, appena dopo l'interruzione del test e successivamente dopo 5 minuti).

Il test ha consentito alla misurazione diretta del consumo di ossigeno alla prima e alla seconda soglia ventilatoria e di altri parametri secondari cardiopolmonari. Tale valutazione è servita anche ad individuare eventuali controindicazioni allo svolgimento di attività fisica ad elevata intensità, condizione che esclude il partecipante dall'ultima fase dello studio.

Fase 3: Svolgimento delle valutazioni sul campo

La terza fase è stata svolta sotto costante supervisione di un medico o di un laureato in scienze motorie durante lo svolgimento del sentiero numero 14 – Sentiero del Monte Grande del Parco Regionale dei Colli Euganei. Il soggetto doveva partire dal punto di partenza del sentiero, che era segnalato da una sbarra amovibile, indicante l'inizio del percorso numero

14 in direzione del parco Avventura le Fiorine. Successivamente, alla fine del percorso, il partecipante doveva toccare la segnaletica verticale del sentiero numero 14, che era posta al termine della salita, prima di doversi girare per ripercorrere l'intero percorso al contrario. Durante lo svolgimento di tale sentiero i soggetti hanno dovuto indossare:

- il metabolimetro (K5, Cosmed, Rome, Italy) che ha registrato gli scambi gassosi e con cui è stato misurato il VO₂walk,
- un GPS satellitare (Garmin) con cui è stata registrata la traccia GPS,
- un cardiofrequenzimetro a fascia toracica (Garmin) con il quale è stata monitorata la frequenza cardiaca.

Prima di iniziare il sentiero i partecipanti hanno familiarizzato con la maschera che in seguito avrebbero dovuto indossare, scegliendo la taglia più idonea per poter svolgere il test. Inoltre, precedentemente allo svolgimento del test, ai vari soggetti veniva mostrata la scala di Borg (tabella 3) tramite la quale dovevano in seguito esprimere la fatica percepita.

Scala Borg	
6	Fatica nulla (seduto)
7	Estremamente leggero (movimento facile)
8	//
9	Molto leggero (camminata rilassata)
10	//
11	Leggero (riscaldamento blando)
12	//
13	Un po' pesante (intensità più impegnativa)
14	//
15	Pesante (intensità impegnativa)
16	//
17	Molto pesante (intensità molto impegnativa)
18	//
19	Estremamente pesante (intensità molto alta, difficile da mantenere)
20	Massimo sforzo (intensità impossibile da mantenere)

TABELLA 3: SCALA DI BORG (6-20).

Per quanto riguarda la velocità di svolgimento del sentiero, a ciascun partecipante veniva chiesto di andare alla propria andatura, come se fossero da soli nello svolgerlo e in assenza di soste. Durante il percorso non è stato consentito correre né parlare se non in casi di assoluta necessità, e nessun dei soggetti ha assunto cibo o liquidi durante lo svolgimento del percorso. Inoltre, i soggetti prima di iniziare il percorso e alla fine di esso sono stati pesati tramite una bilancia digitale_bioimpedenziometrica. Durante lo svolgimento del sentiero, ai soggetti è stata somministrata la scala di Borg (6-20) e rilevata la saturazione mediante un saturimetro portatile. Tali dati sono stati raccolti in 8 punti specifici segnalati nella figura 5, dove veniva chiesto di esprimere lo sforzo attuale in tutti i punti tranne nel 5, dove oltre alla fatica percepita in quell'istante, dovevano esprimere se, durante l'ultima salita, avessero percepito una fatica maggiore (segnato come punto numero 6) rispetto a quella che stavano percependo al momento. Al termine del percorso i soggetti dovevano indicare tramite la scala di Borg quanta fatica avessero percepito in media durante il percorso.

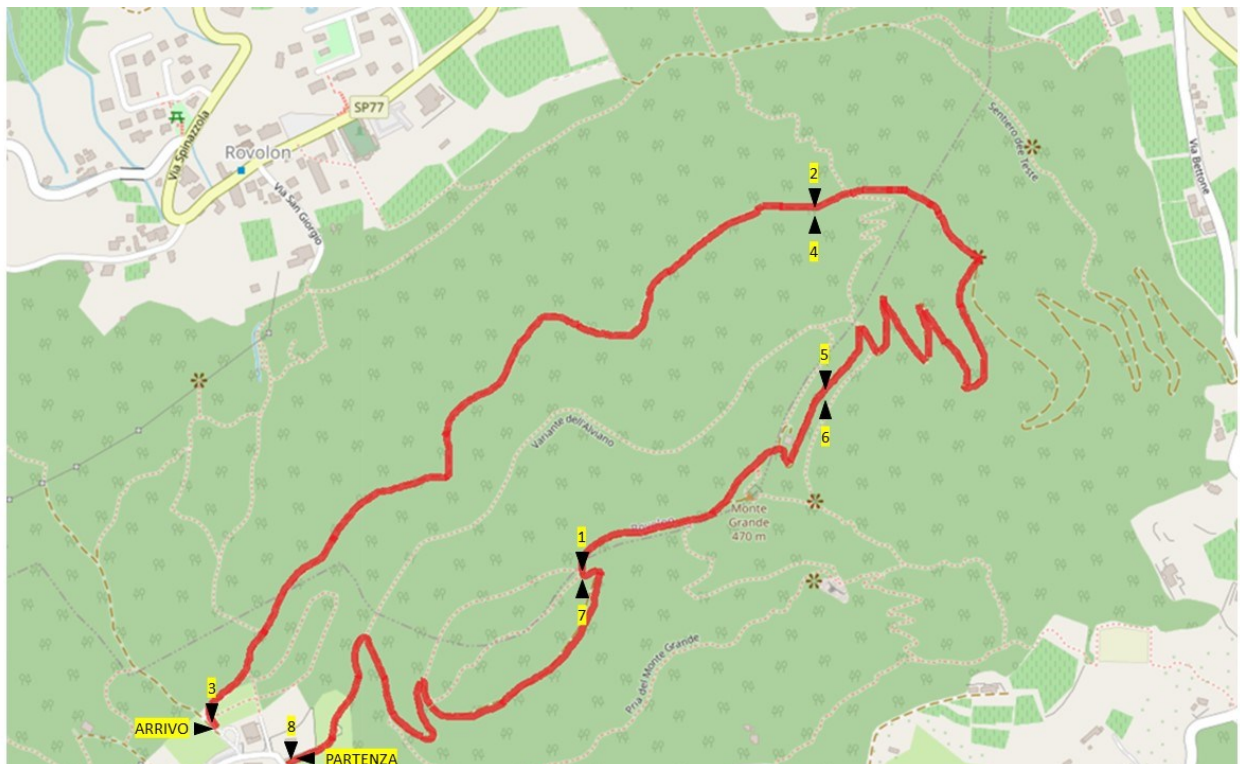


FIGURA 5: MAPPA DEL SENTIERO NUMERO 14 DEL PARCO REGIONALE DEI COLLI EUGANEI, CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI SOMMINISTRAZIONE DELLA SCALA DI BORG. IMMAGINE ADATTA DAL SITO DEL PARCO REGIONALE DEI COLLI EUGANEI.

FONDAMENTI ETICI E GIURIDICI

Lo studio è conforme alla Dichiarazione di Helsinki e ai successivi emendamenti, alla Convenzione sui diritti umani e la biomedicina e alla Legge italiana sulla ricerca.

I partecipanti sono stati informati sugli obiettivi e le prospettive dello studio.

I dati personali saranno utilizzati esclusivamente per finalità di ricerca scientifica.

I dati medici saranno identificati da un codice numerico (ID). Tutte le informazioni raccolte sono considerate strettamente confidenziali e legate al segreto professionale.

Consenso informato

I partecipanti allo studio sono stati informati per iscritto e oralmente dei rischi, degli obiettivi e dei possibili sviluppi, nonché della protezione e del trattamento dei dati personali che sono stati raccolti nell'ambito della partecipazione allo studio di ricerca, specificando la natura volontaria della partecipazione e la possibilità di ritirarsi dallo studio in qualsiasi momento.

Rischi per i partecipanti

Non ci sono rischi per la partecipazione allo studio in quanto i partecipanti saranno reclutati tra escursionisti appassionati di montagna, lavoratori e studenti che praticano indipendentemente dall'attuale protocollo di studio (ad esempio per svago) l'attività dell'escursionismo.

RISULTATI

Analisi dati

I dati relativi al metabolimetro sono stati primariamente estratti tramite il software OMNIA, in dotazione con il metabolimetro (K5, Cosmed, Rome, Italy), e successivamente analizzati tramite il programma Exel. Per quanto riguarda i dati registrati dal metabolimetro, avendo questi una campionatura continua durante la totalità della prova, se né calcolata la media, con la relativa deviazione standard, e il valore massimo di ciascun parametro cardiopolmonare rilevato. I valori di VO_2 e VO_2/Kg di ciascun soggetto ottenuti durante lo svolgimento del sentiero numero 14, sono stati confrontati con i valori medi e i valori massimi di VO_2 e VO_2/Kg ottenuti durante il test in ambulatorio. Tali parametri sono stati espressi tramite percentuale, al fine di indagare quanto fosse il rapporto in percentuale tra il VO_2 e VO_2/Kg medio dei partecipanti durante il percorso rispetto a quello ottenuto durante il test massimale.

Caratteristiche individuali dei partecipanti

Dopo la fase di reclutamento, tra i 30 soggetti reclutati, solo 29 rispettavano i criteri di inclusione (ID 7 è stato escluso), ed hanno partecipato portando a termine sia il test cardiopolmonare ambulatoriale, che il sentiero numero 14 del parco regionale dei Colli Euganei.

A ciascun soggetto sono stati rilevati i dati antropometrici e assegnato un punteggio da 0 a 3, che indicava la quantità di attività fisica svolta in una settimana (tabella 4). I vari punteggi sono stati così suddivisi:

- punteggio 0: sedentario
- punteggio 1: pratica meno di 150 minuti di attività fisica a settimana (poco attivo).
- Punteggio 2: pratica più di 150 min ma meno di 300 min di attività fisica a settimana (attivo)
- Punteggio 3: pratica più di 300 di attività fisica a settimana (molto attivo).

DATI SOGGETTI									
									LIVELLO DI ATTIVITA' FISICA
									0 sedentario
numero persone	ID	SESSO	ETA'	Peso (Kg)	Altezza (cm)	BMI	PATOLOGIE	USO DI FARMACI	2 attivo tra i 150 a 300 min/week
									3 molto attivo più di 300 min/week
1	1	M	29,67	64,00	172,0	21,63	NESSUNA	-	3
2	2	M	24,27	119,80	183,0	35,77	NESSUNA	-	1
3	3	F	26,84	61,65	172,0	20,84	NESSUNA	-	2
4	4	F	25,87	63,00	172,0	21,30	NESSUNA	PILLOLA ANTICONCEZIONALE	2
5	5	M	24,49	83,00	194,0	22,05	NESSUNA	-	2
6	6	M	24,11	75,10	174,0	24,81	NESSUNA	-	3
7	8	M	31,58	85,45	186,0	24,70	NESSUNA	-	3
8	9	M	23,44	69,65	184,5	20,46	NESSUNA	-	3
9	10	M	23,44	109,30	170,0	37,82	NESSUNA	-	2
10	11	F	26,22	73,70	171,0	25,20	NESSUNA	-	2
11	12	M	41,76	93,80	194,0	24,92	Colite ulcerosa	Mesalazina	3
12	13	M	27,91	97,90	178,0	30,90	NESSUNA	-	3
13	14	M	24,15	87,80	180,0	27,10	DERMATITE ORTICARIA FACTITIA; allergia pollini	Antistaminico (Aerius)	2
14	15	F	28,82	62,15	175,0	20,29	NESSUNA	-	3
15	16	F	28,79	63,40	167,0	22,73	NESSUNA	-	3
16	17	M	31,56	71,25	173,0	23,81	NESSUNA	-	3
17	18	F	24,15	67,10	168,0	23,77	NESSUNA	-	2
18	19	M	58,71	73,45	180,0	22,67	NESSUNA	-	0
19	20	F	52,26	63,85	165,0	23,45	NESSUNA	-	3
20	21	F	25,08	59,70	172,0	20,18	PCOS (ovaio policistico)	-	3
21	22	F	33,25	66,30	165,0	24,35	NESSUNA	-	2
22	23	M	27,88	73,10	173,0	24,42	EMOFILIA	-	2
23	24	M	24,54	69,25	181,0	21,14	NESSUNA	-	2
24	25	M	31,40	66,55	169,0	23,30	NESSUNA	-	1
25	26	M	33,47	92,00	177,0	29,37	NESSUNA	-	1
26	27	M	31,72	75,50	181,0	23,05	NESSUNA	-	1
27	28	M	30,99	69,85	180,0	21,56	NESSUNA	-	2
28	29	M	32,51	67,05	174,0	22,15	NESSUNA	-	3
29	30	M	33,60	78,35	177,0	25,01	NESSUNA	-	2

TABELLA 4: DATI DEI SOGGETTI PARTECIPANTI. NELLO SPECIFICO, INDICAZIONE DEI SEGUENTI DATI: SESSO, ETÀ, ALTEZZA (CM), BMI, PRESENZA DI PATOLOGIE, FARMACI IN USO, LIVELLO DI ATTIVITÀ FISICA QUANTIFICABILE DA 0 A 3 (SECONDO I CRITERI SOPRA PRECISATI).

Tra i 29 soggetti che hanno partecipato 20 erano di sesso maschile (69%) e 9 di sesso femminile (31%). L'età media dei partecipanti era 30.4 ± 8.2 anni, con un BMI di 24.4 ± 4.2 Kg/m².

SOGGETTI		
	NUMERO	%
Soggetti	29	100
Maschi	20	69,0
Femmine	9	31,0
	Media	Deviazione standard
Età	30,4	8,2
Peso (Kg)	76,0	14,8
Altezza (cm)	176,1	7,5
BMI (Kg/m ²)	24,4	4,2
Livello di attività fisica	2,2	0,8

TABELLA 5: NUMERO DI SOGGETTI PARTECIPANTI E MEDIA DI ETÀ, PESO, ALTEZZA E BMI DEGLI STESSI. I SOGGETTI SONO STATI SUDDIVISI PER SESSO E I NUMERI RISULTANTI SONO ESPRESI SIA IN TERMINI ASSOLUTI CHE RELATIVI TRAMITE PERCENTUALE. INOLTRE, SONO INDICATE LE MEDIE CON LE RELATIVE DEVIAZIONI STANDARD DEI SEGUENTI PARAMETRI: ETÀ, PESO, ALTEZZA, BMI E LIVELLO DI ATTIVITÀ FISICA.

Risultati ambulatoriali

I parametri cardiopolmonari, registrati per ciascun soggetto tramite il test ambulatoriale, sono stati riportati nella tabella 6. Nello specifico i parametri che sono stati rilevati sono:

- VO₂ assoluto (ml/min) alla prima e seconda soglia ventilatoria,
- VO_{2picco} (ml/min),
- VO₂/Kg (ml/min/Kg) alla prima e seconda soglia ventilatoria,
- VO₂/Kg_{picco} (ml/min/Kg),
- QR (Quoziente respiratorio),
- Ventilazione di picco (L/min),
- Riserva Ventilatoria %,
- Frequenza cardiaca massima.

Tutti i soggetti hanno interrotto il test cardiopolmonare massimale per esaurimento in assenza di sintomatologia cardiovascolare.

DATI CPET											
ID	DURATA TEST	VO ₂ ass VT1 (mL/min)	VO ₂ ass VT2 (mL/min)	VO ₂ ass Picco (mL/min)	VO ₂ /kg VT1 (mL/min/Kg)	VO ₂ /kg VT2 (mL/min/Kg)	VO ₂ /kg Picco (mL/min/Kg)	QR PICCO	VE Picco (L/min)	BR Picco %	FC MAX (bpm)
1	00:17:32	2116	3547	3685	33,1	55,4	57,6	0,97	106,3	36,4	190
2	00:11:56	3445	4835	6103	28,9	40,5	51,2	0,89	149,5	24,5	-
3	00:14:08	1851	2641	2829	30,0	42,9	45,9	1,07	77,4	47,3	188
4	00:12:39	1744	2396	2604	27,7	38,1	41,4	1,05	99,5	32,5	193
5	00:15:22	2856	4174	4610	34,8	50,8	56,2	1,10	138,5	38,5	201
6	00:16:53	2185	3477	3629	29,1	46,3	48,3	1,07	120	32,2	191
8	00:18:05	2903	3992	4276	34,2	47,0	50,3	1,05	125	35,1	175
9	00:18:29	2630	3541	4000	37,6	50,7	57,2	1,17	110,2	34,7	194
10	00:10:56	2656	3991	4178	24,2	36,4	38,1	1,00	86	49,6	194
11	00:11:45	2208	2172	2521	29,7	29,2	33,9	1,08	79,4	49,8	194
12	00:15:07	2647	3667	4489	28,2	39,1	47,9	0,93	131,7	34,9	160
13	00:17:26	323	4583	5031	32,9	46,8	51,4	1,08	139,1	23,6	166
14	00:16:40	2801	4250	4742	31,9	48,4	54	0,98	138,9	27,2	169
15	00:15:24	1693	2801	2985	27,3	45,1	47,6	1,02	89,1	41,0	165
16	00:14:10	1926	2707	3007	30,4	42,7	47,4	0,97	85,8	37,3	176
17	00:15:30	2653	3093	3710	37,3	43,4	52,1	1,09	143,5	14,3	197
18	00:10:42	1324	2327	2435	19,7	34,7	36,3	1,09	106	25,0	178
19	00:11:40	1785	2315	2765	24,1	31,3	37,4	1,36	116	20,0	169
20	00:11:13	1403	1551	2290	22,6	25,0	36,9	1,17	82	21,0	155
21	00:16:08	1968	3050	3314	33,0	51,1	55,5	0,90	81,7	44,8	165
22	00:12:14	1333	2380	2703	20,1	35,8	40,7	1,06	95,5	26,8	189
23	00:17:24	2438	4244	4640	33,4	58,1	63,5	1,02	143,7	16,0	167
24	00:14:28	1903	3433	3586	49,6	51,8	42,2	1,12	45,7	76,3	196
25	00:20:33	2500	3537	3819	37,6	53,2	57,4	1,05	123,7	22,2	188
26	00:13:57	2069	2851	3125	22,3	30,7	33,6	1,26	120	21,0	200
27	00:11:59	1875	2743	2973	24,8	36,3	39,4	1,27	124,4	32,7	192
28	00:19:19	2163	3662	4037	31,0	52,5	57,8	0,98	109,9	40,1	198
29	00:32:56	2979	4161	4484	44,4	62,1	66,9	0,95	147,9	12,3	190
30	00:17:56	2712	3688	4025	29	49,3	53,7	1,07	112,3	37,1	183

TABELLA 6: DATI CARDIOPOLMONARI RILEVATI TRAMITE CPET ED, IN PARTICOLARE: DURATA TEST (H:MIN:SEC); CONSUMO DI OSSIGENO (VO₂); VO₂ ALLA PRIMA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂ ASS VT1); VO₂ ALLA SECONDA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂ ASS VT2); PICCO DI VO₂ (VO₂PICCO); VO₂/KG ALLA PRIMA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂/KG VT1); VO₂/KG ALLA SECONDA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂/KG VT2); PICCO DI VO₂/KG (VO₂PICCO/KG); QUOZIENTE RESPIRATORIA (QR); VENTILAZIONE (VE); RISERVA VENTILATORIA (BR); FREQUENZA CARDIACA (FC).

In media i vari partecipanti hanno svolto il test cardiopolmonare in 15.52 ± 4.32 minuti, raggiungendo in media un quoziente respiratorio di $1,06 \pm 0,11$. Nella tabella sottostante (tabella 5) per ciascun parametro cardiopolmonare riportato in tabella 4, sono state riportate le medie e le deviazioni standard.

DATI CPET			
		MEDIA	DEVIAZIONE STANDARD
PRESSIONE SISTOLICA (mmhg)	PRE TEST	123,28	11,36
	STOP TEST	180,00	22,95
	POST 5 MIN.	138,10	15,02
PRESSIONE DIASTOLICA (mmhg)	PRE TEST	80,31	8,19
	STOP TEST	63,97	17,29
	POST 5 MIN.	73,62	8,33
DURATA TEST (h:min:sec)		00:15:36	00:04:19
VO₂ ass. VT1 (mL/min)		2175,48	638,55
VO₂ ass. VT2 (mL/min)		3303,76	812,00
VO₂ ass. Picco (mL/min)		3675,69	911,66
VO₂/Kg VT1 (mL/min/Kg)		30,65	6,72
VO₂/Kg VT2 (mL/min/Kg)		43,96	9,16
VO₂/Kg Picco (mL/min/Kg)		48,34	9,02
QR Picco		1,06	0,11
VE Picco (L/min)		111,33	25,84

TABELLA 7: VALORI MEDI E DEVIAZIONE STANDARD DEI PARAMETRI CARDIOPOLMONARI RILEVATI ED, IN PARTICOLARE: PRESSIONE SISTOLICA (mmhg); PRESSIONE DIASTOLICA (mmhg); DURATA TEST (h:min:sec); CONSUMO DI OSSIGENO ALLA PRIMA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂ ASS. VT1); CONSUMO DI OSSIGENO ALLA SECONDA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂ ASS. VT2); PICCO DEL CONSUMO DI OSSIGENO (VO₂PICCO); CONSUMO DI OSSIGENO/KG ALLA PRIMA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂/Kg VT1); CONSUMO DI OSSIGENO/kg ALLA SECONDA SOGLIA VENTILATORIA (VO₂/kg VT2); PICCO DI CONSUMO DI OSSIGENO/kg (VO₂PICCO/Kg); PICCO DEL QUOZIENTE RESPIRATORIO (QR); PICCO DI VENTILAZIONE (VE).

Risultati del sentiero numero 14 dei Colli Euganei

Tutti i test presso il sentiero numero 14 del parco Regionali dei Colli Euganei sono stati svolti in assenza di precipitazioni. In particolare, la temperatura ambientale media è risultata del 22.31 ± 3.6 C°, con una umidità relativa ambientale del 65.66 ± 8.97 %.

I parametri basali rilevati prima dell'inizio del sentiero sono i seguenti :

- saturazione basale media: 99 ± 0 %,
- frequenza basale media: 72.45 ± 13.01 bpm.

Nello specifico, nella tabella 6, sono riportate:

- i dati ambientali del giorno nel quale il soggetto ha svolta la prova (pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa, vento),
- frequenza cardiaca basale (bpm),
- saturazione basale %,
- peso (kg), prima e dopo lo svolgimento del sentiero con la relativa differenza,
- valore numerico espresso dai partecipanti tramite la scala di Borg, per quantificare la fatica percepita nei vari punti prestabiliti del sentiero, come indicati nella figura 5.

Per quanto riguarda la fatica percepita dai vari soggetti, nei vari punti di somministrazione della scala di Borg, si noti come, sebbene il sentiero fosse comune a tutti e le andature di percorrenza fossero a discrezione del soggetto, ci sia una differenza individuale.

DATI SENTIERO NUMERO 14 MONTE GRANDE																		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> DATI AMBIENTALI </div>										N. PUNTO	DESCRIZIONE PUNTI	N. PUNTO	DESCRIZIONE PUNTI					
										1	FINE PRIMA SALITA Fontana	5	STAZIONE METEOROLOGICA FINE SALITA					
										2	TABELLA INFORMATIVA (ANDATA)	6	PICCO DI FATICA massimo					
										3	ARRIVO TABELLA INFO. FINE PERCORSO	7	FONTANA D'ACQUA					
										4	TABELLA INFORMATIVA (RITORNO)	8	FINE PERCORSO					
										9		FATICA TOTALE PERCORSO						
ID	PESIONE ATM (mmHg)	TEMPERATURA AAMB (C°)	UMIDITÀ REL. AMB. %	VENTO Velocità med (m/s)	FC BASALE (bpm)	SATURAZIONE BASALE	PESO INZIALE (KG)	PESO FINALE (KG)	DIFFERENZA (KG)	SCALA BORG (6-20) NEI VARI PUNTI								
										1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	735	16	50	2,3	71	99	64,00	63,20	0,80	10	9	12	13	14	15	9	9	11
2	736	23	54	1,5	70	99	119,80	118,60	1,20	14	9	10	9	12	12	10	10	12
3	735	20	61	1,1	82	99	61,65	61,25	0,40	12	10	13	12	16	16	11	15	14
4	735	22	57	2,1	72	99	63,00	62,00	1,00	12	9	11	10	15	15	12	9	14
5	734	15	73	4,5	69	99	83,00	82,20	0,80	9	9	10	9	13	14	10	10	12
6	734	20	65	4,3	63	99	75,10	74,50	0,60	12	10	12	10	11	13	10	9	12
8	733	23	55	2	70	99	85,45	84,20	1,25	11	9	12	11	12	13	9	9	11
9	734	15	79	3,5	75	99	69,65	68,85	0,80	10	11	12	11	12	13	10	9	12
10	734	18	75	3	105	99	109,30	107,70	1,60	13	11	13	11	12	13	11	9	12
11	735	23	75	2,7	84	99	73,70	72,90	0,80	11	10	12	11	11	16	17	11	10
12	731	22	60	2,3	75	99	93,80	92,30	1,50	11	9	13	13	13	15	11	9	11
13	731	24	78	2,7	71	99	97,90	96,80	1,10	10	8	10	10	12	12	8	9	10
14	730	23	77	2,2	60	99	87,8	86,85	0,95	12	10	12	11	13	14	9	11	12
15	731	27	77	1,1	55	99	62,15	61,45	0,70	12	10	12	9	12	13	9	9	11
16	731	22	77	3,7	78	99	63,4	62,70	0,70	13	9	13	9	15	16	11	9	10
17	731	23	64	4,4	72	99	71,25	70,05	1,20	14	11	15	13	15	16	13	12	14
18	735	23	64	1,5	81	99	67,1	66,50	0,60	13	12	13	10	15	17	11	11	13
19	732	23	71	3,4	57	99	73,45	72,80	0,65	12	12	11	12	14	15	11	12	12
20	730	26	62	4,1	55	99	63,85	63,25	0,60	12	13	14	14	15	16	15	12	14
21	732	20	65	3,3	47	99	59,70	59,15	0,55	12	10	13	11	14	15	11	11	12
22	732	22	77	1,4	80	99	66,3	65,70	0,60	10	6	10	14	13	14	10	8	11
23	733	23	59	3,5	69	99	73,1	72,25	0,85	14	10	12	10	15	16	11	11	12
24	734	22	58	3,3	68	99	69,25	68,35	0,9	12	9	14	11	17	18	10	8	12
25	734	24	49	3,6	85	99	66,55	65,95	0,6	12	8	12	9	13	13	10	10	12
26	732	24	64	1,6	108	99	92	90,95	1,05	15	9	16	10	16	18	12	10	15
27	731	26	67	3,3	73	99	92	90,95	1,05	12	11	14	11	15	16	9	7	12
28	732	24	58	1,6	67	99	69,85	69,35	0,5	13	10	15	10	15	16	10	10	12
29	735	33	61	1,3	72	99	67,05	66,25	0,8	10	8	11	8	11	12	8	8	10
30	732	21	72	2,4	67	99	78,35	77,65	0,7	12	9	11	8	13	15	9	8	10

TABELLA 8: DATI AMBIENTALI RILEVATI DURANTE IL TEST PER OGNI SOGGETTO (IN PARTICOLARE: PRESSIONE, TEMPERATURA, UMIDITÀ RELATIVA E VELOCITÀ DEL VENTO); FREQUENZA CARDIACA BASALE (FC BASALE); SATURAZIONE BASALE; PESO INZIALE (PRIMA INIZIO SVOLGIMENTO DEL TEST) ESPRESSO IN KG; PESO FINALE (AL TERMINE DEL TEST) ESPRESSO IN KG; DIFFERENZA DI PESO INZIALE E FINALE ESPRESSO IN KG; FATICA PERCEPITA DEI SOGGETTI ED ESPRESSA TRAMITE SCALA DI BORG NEI PUNTI DEL SENTIERO N. 14 INDICATI NELLA FIGURA 5.

Nella tabella 8, sono state riportati i valori medi dei dati ambientali rilevati durante i vari giorni di test. Inoltre, per ciascun punto, dove veniva somministrata la scala di Borg, sono stati riportati i valori medi con le relative deviazioni standard. Da questi dati, si può notare come la fatica percepita dai vari soggetti lungo il percorso non fosse sempre omogenea; infatti, nel punto 6 del percorso (che era posto al termine di una salita) i soggetti in media hanno percepito una fatica di $14,72 \pm 1,71$ della scala di Borg. Tuttavia, nel complesso hanno attribuito al percorso una fatica percepita media di $11,90 \pm 1,35$ della scala di Borg. Per quanto riguarda il peso, la differenza tra quello misurato precedentemente lo svolgimento del test e quello misurato al termine è stato in media del $0,86 \pm 0,29$ kg.

DATI COLLI SENTIERO NUMERO 14			
		MEDIA	DEVIAZIONE STANDARD
DATI AMBIENTALI	PRESSIONE ATM (mmHg)	732,90	1,76
	TEMPERATURA AMB (C°)	22,31	3,60
	UMIDITA REL. AMB. %	65,66	8,97
	VENTO Velocità med (m/s)	2,68	1,05
FC BASALE (bpm)		72,45	13,01
SATURAZIONE BASALE %		99,00	0,00
PESO INZIALE (KG)		76,53	15,12
PESO FINALE (KG)		75,68	14,90
DIFFERENZA (KG)		0,86	0,29
SCALA BORG (6-20) NEI VARI PUNTI	1	11,90	1,42
	2	9,69	1,42
	3	12,34	1,56
	4	10,68	1,66
	5	13,59	1,66
	6	14,72	1,71
	7	10,59	1,92
	8	9,83	1,65
SATURAZIONE NEI VARI PUNTI IN %	1	97,14	1,28
	2	97,32	1,29
	3	97,33	1,15
	4	97,59	0,80
	5	97,05	1,23
	7	97,65	1,06
	8	97,75	1,00

TABELLA 8: VALORI MEDI DEI DATI AMBIENTALI E SCALA DI BORG. SONO STATI RAPPRESENTATI I VALORI MEDI CON LE RELATIVE DEVIAZIONI STANDARD DEI SEGUENTI PARAMETRI: PARAMETRI AMBIENTALI (PRESSIONE, TEMPERATURA, UMIDITÀ RELATIVA E VELOCITÀ DEL VENTO), FREQUENZA CARDIACA BASALE (FC BASALE); SATURAZIONE BASALE, ESPRESSA IN PERCENTUALE; PESO INZIALE (PRIMA DELLO SVOLGIMENTO DEL TEST) ESPRESSO IN KG; PESO FINALE (AL TERMINE DEL TEST) ESPRESSO IN KG; DIFFERENZA DI PESO INZIALE E FINALE ESPRESSO IN KG; FATICA PERCEPITA DEI SOGGETTI ED ESPRESSA TRAMITE SCALA DI BORG NEI PUNTI DEL SENTIERO N. 14 INDICATI NELLA FIGURA 5; SATURAZIONE NEI PUNTI DEL SENITERO N. 14 INDICATI NELLA FIGURA 5 ED ESPRESSA IN PERCENTUALE.

I dati cardiopolmonari che sono stati rilevati tramite il dispositivo K5, essendo la campionatura di questi costante durante l'intera prova, sono stati riportati nella tabella sottostante come una media, con la relativa deviazione standard e il valore di picco registrato (tabella 8). Nello specifico i dati rilevati sono:

- Ventilazione (L/min),
- VO_2 assoluto (ml/min),
- VCO_2 assoluto (ml/min),
- QR (Quoziente respiratorio),
- VO_2/Kg (ml/min/Kg),
- METS,
- Frequenza cardiaca (FC_{picco}).
- Kcal totali.

Oltre ai parametri sopracitati, nella Tabella 8, è stato anche riportato il tempo di percorrenza del sentiero di ciascun soggetto, e la sua velocità.

Sebbene il percorso fosse prestabilito, si può notare che ci sono comunque delle variazioni in termini di distanze percorse, dovute alle scelte soggettive dell'individuo nel come affrontare salite e discese. Inoltre, la durata stessa dei test è molto variabile da soggetto a soggetto, constatando una differenza di circa 35 minuti tra più veloce e il più lento.

TABELLA 9: DATI CARDIOPOLMONARI DEI SINGOLI SOGGETTI RILEVATI TRAMITE METABOLIMETRO K5, CON RELATIVE MEDIE (MEDIA), DEVIAZIONI STANDARD (DS) E VALORI MASSIMI (PICCO) PER CIASCUN VALORE. IN PARTICOLARE, DOPO L'INDICAZIONE DELLA DURATA DEL TEST, SONO RIPORTATI: VENTILAZIONE (VE), CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO (VO₂ ass), PRODUZIONE DI ANIDRIDE CARBONICA (VCO₂), QUOZIENTE RESPIRATORIO (QR), CONSUMO DI OSSIGENO/Kg (VO₂/Kg), METS, FREQUENZA CARDIACA (FC), KILOCALORIE TOTALI (Kcal TOT), VELOCITÀ, DISTANZA PERCORSA.

ID	DURATA TEST	VE (L/min)			VO ₂ ass (mL/min)			VCO ₂ (mL/min)			QR			VO ₂ /KG (mL/min/Kg)			METS			FC (bpm)			Kcal TOT	VELOCITA' (Km/h)			Distanza (m)
		MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO	MEDIA	DS	PICCO		MEDIA	DS	PICCO	
1	01:42:56	34,1	10,7	61,6	1024,8	448,3	2086,9	1034,8	433,4	2146,7	1,0	0,1	1,3	16,0	7,0	32,6	4,6	2,0	9,3	109,8	14,6	145,0	558,0	4,2	0,6	5,4	8053,9
2	01:39:25	57,3	18,5	99,4	2254,8	808,8	3902,7	1896,3	728,9	3413,0	0,8	0,1	1,1	18,9	6,8	32,7	5,4	1,9	9,3	114,0	21,6	153,0	1080,0	4,3	0,6	5,7	7923,2
3	01:24:21	45,1	12,3	74,4	1500,9	369,6	2233,6	1401,6	422,8	2267,8	0,9	0,1	1,3	24,4	6,0	36,3	7,0	1,7	10,4	163,3	17,0	189,0	610,0	4,8	0,7	6,3	7827,9
4	01:38:19	31,6	7,7	49,1	1113,9	328,1	1831,9	902,0	303,8	1582,8	0,8	0,1	1,0	17,7	5,2	29,1	5,1	1,5	8,3				525,0	3,9	0,5	5,4	8022,6
5	01:27:08	34,6	9,9	62,0	1766,9	578,0	3109,8	1481,7	483,5	2641,8	0,8	0,1	1,0	21,3	7,0	37,5	6,1	2,0	10,7	136,5	16,5	175,0	742,0	4,9	0,7	6,8	7951,3
6	01:20:22	40,0	12,4	68,8	1983,6	685,4	3371,4	1473,6	572,0	2636,8	0,7	0,1	0,9	26,4	9,1	44,9	7,5	2,6	12,8	130,0	21,5	169,0	758,0	5,3	0,7	6,8	7958,7
8	01:22:00	58,1	15,9	95,6	2169,9	672,4	3506,1	2049,0	703,6	3487,8	0,9	0,1	1,2	25,4	7,9	41,1	7,3	2,3	11,7	121,5	13,5	154,0	875,0	4,7	0,6	6,7	7846,9
9	01:20:09	37,9	10,7	62,3	1587,4	540,7	2640,8	1547,3	534,5	2692,3	1,0	0,1	1,2	22,8	7,8	37,9	6,5	2,2	10,8	133,5	16,2	165,0	624,0	5,0	0,7	7,3	8018,1
10	01:37:28	52,8	18,5	95,0	2175,1	733,9	3460,0	1993,3	794,8	3575,2	0,9	0,1	1,2	19,9	6,7	31,7	5,7	1,9	9,0	148,8	20,1	185,0	1033,0	4,0	0,5	5,7	
11	01:29:25	42,9	13,8	75,3	1469,7	481,1	2404,5	1330,2	479,9	2401,8	0,9	0,1	1,1	19,9	6,5	32,6	5,7	1,9	9,3	154,6	19,7	187,0	639,0	4,2	0,7	6,2	7977,3
12	01:20:03	58,7	21,3	117,3	2261,2	789,2	3727,9	2057,3	808,4	3636,4	0,9	0,1	1,1	24,1	8,4	39,7	6,9	2,4	11,4	133,8	18,6	171,0	880,0	4,7	0,7	6,7	
13	01:36:31	45,0	17,4	80,9	1950,0	857,8	3447,6	1766,9	774,0	3305,9	0,9	0,1	1,2	19,9	8,8	35,2	5,7	2,5	10,1	114,3	18,5	151,0	894,0	4,0	0,7	6,2	8422,9
14	01:35:04	44,8	12,4	76,6	1899,8	626,8	3051,2	1629,7	526,9	2854,4	0,9	0,1	1,1	21,6	7,1	34,8	6,2	2,0	9,9	125,1	13,1	156,0	846,0	4,0	0,7	6,0	8166,5
15	01:37:13	28,6	8,3	45,5	1163,9	562,9	2264,2	919,1	410,2	1791,8	0,8	0,1	1,1	18,7	9,1	36,5	5,4	2,6	10,4	99,4	21,8	149,0	584,0	4,0	0,7	6,3	8511,9
16	01:33:48	32,8	8,0	51,1	1313,7	408,8	2147,1	1075,0	331,7	1788,9	0,8	0,1	1,0	20,7	6,4	33,9	5,9	1,8	9,7	114,2	18,9	153,0	582,0	4,1	0,7	6,1	7956,2
17	01:21:52	53,1	17,0	108,0	1804,8	598,1	2974,3	1648,9	616,6	3020,8	0,9	0,1	1,3	25,3	8,4	41,8	2,1	2,4	11,9				730,0	4,4	0,8	6,5	7942,8
18	01:44:50	37,3	13,0	71,7	1210,8	417,7	2067,7	1069,1	416,9	2155,8	0,9	0,1	1,1	18,0	6,2	30,8	5,2	1,8	8,8	138,1	21,6	175,0	608,0	3,5	0,6	5,7	8175,4
19	01:33:23	36,5	10,3	60,8	1334,4	507,7	2312,7	1150,7	426,7	1986,5	0,9	0,1	1,1	18,2	6,9	31,5	5,2	2,0	9,0	95,6	10,9	119,0	635,0	4,7	0,7	6,3	7982,3
20	01:52:10	28,7	7,7	46,9	1052,8	355,4	1804,6	832,2	287,7	1504,1	0,8	0,1	1,0	16,5	5,6	28,3	4,7	1,6	8,1	93,8	12,0	121,0	562,0	3,8	0,6	5,1	8132,6
21	01:35:19	27,0	9,0	49,0	1086,2	469,3	2125,2	855,3	370,8	1699,8	0,8	0,1	1,1	18,2	7,9	35,6	5,2	2,2	10,2	95,7	18,1	140,0	488,0	4,1	0,6	5,7	8026,6
22	01:37:22	31,2	10,6	58,1	1088,9	415,6	2013,7	946,4	372,2	1787,8	0,9	0,1	1,3	16,4	6,3	30,4	4,7	1,8	8,7	135,0	17,3	173,0	511,0	4,2	0,5	5,8	8179,7
23	01:31:47	38,3	10,0	70,6	1566,4	504,5	2648,6	1323,2	472,1	2488,7	0,8	0,1	1,1	21,4	6,9	36,2	6,1	2,0	10,4	117,1	12,2	149,0	696,0	4,3	0,6	6,2	7916,2
24	01:30:38	35,2	11,3	63,9	1470,8	509,5	2556,2	1256,9	452,1	2324,9	0,9	0,1	1,2	21,3	7,4	36,9	6,1	2,1	10,6	107,2	17,1	146,0	627,0	4,3	0,9	6,2	7853,5
25	01:27:07	37,3	10,1	57,5	1540,2	548,9	2540,3	1217,3	435,6	2133,1	0,8	0,1	1,0	23,2	8,3	38,2	6,6	2,4	10,9	126,3	18,3	158,0	635,0	4,7	0,8	6,4	7919,1
26	01:37:51	46,5	18,0	84,0	1752,0	617,3	2767,0	1538,2	622,5	2708,7	0,9	0,1	1,2	19,0	6,7	30,1	5,4	1,9	8,6	158,5	18,1	190,0	806,0	4,3	0,5	5,4	8042,8
27	01:55:11	37,3	13,4	71,5	1447,9	586,8	2574,5	1158,1	496,9	2270,0	0,8	0,1	1,1	19,2	7,8	34,1	5,5	2,2	9,7	118,2	20,5	161,0	769,0	3,9	0,4	4,9	8101,9
28	01:25:03	42,2	11,1	69,3	1617,7	552,6	2762,4	1423,4	486,3	2571,1	0,9	0,1	1,1	23,2	7,9	39,6	6,6	2,3	11,3	123,3	17,6	160,0	656,0	5,0	0,6	6,6	8171,9
29	01:21:50	37,9	10,1	61,2	1664,5	523,2	2685,8	1257,0	409,1	2063,9	0,8	0,0	0,9	24,7	7,8	39,8	7,0	2,2	11,4				650,0	4,9	0,8	7,0	7926,2
30	01:23:27	44,3	15,2	80,2	1654,3	631,1	2769,0	1538,1	628,1	2830,2	0,9	0,1	1,2	21,1	8,1	35,4	6,0	2,3	10,1	120,9	19,8	162,0	665,0	4,9	0,7	6,7	7802,4

Nella tabella 10, per ciascun parametro cardiopolmonare rilevato, è stata calcolata la media e la deviazione standard dei: valori medi, deviazioni standard e valori massimi dei parametri cardiopolmonari di ciascun soggetto. Da tali dati, si può notare come in media il percorso è stato svolto in 1 ora 32 minuti e 29 secondi con una deviazione standard di 9 minuti e 20 secondi, indicando come il sentiero avesse una durata nettamente inferiore rispetto a quando dichiarato dalla segnaletica del CAI (2 ore e 30 minuti). Si può constatare come l'andatura media di ciascun partecipante fosse di $4,38 \pm 0,43$ km/h, andatura tipica di una persona adulta che cammina (Mentiplay et al. 2018). Un altro dato importante è il quoziente respiratorio, che in media è stato di $0,86 \pm 0,07$, indicando come la prova in toto sia stata sottomassimale. Tuttavia, in media, il valore massimo del quoziente respiratorio registrato è stato di $1,12 \pm 0,11$ indicando come in certi punti del percorso ci sia stato un impegno quasi massimale se non massimale.

DATI COLLI SENTIERO NUMERO 14 RILEVATI DAL K5			
		MEDIA	DEVIATION STANDARD
DURATA TEST (h:min:sec)		01:32:29	00:09:20
VE (L/min)	MEDIA	40,60	8,89
	DS	12,57	3,70
	PICCO	71,29	18,28
VO₂ ass (mL/min)	MEDIA	1583,70	374,69
	DS	556,19	134,92
	PICCO	2682,34	575,13
VC₀₂ (mL/min)	MEDIA	1371,47	358,98
	DS	510,42	145,40
	PICCO	2474,80	611,93
QR	MEDIA	0,86	0,07
	DS	0,08	0,02
	PICCO	1,12	0,11
VO₂/KG (mL/min/Kg)	MEDIA	20,81	2,90
	DS	7,30	1,00
	PICCO	35,35	4,07
METS	MEDIA	5,77	1,06
	DS	2,09	0,29
	PICCO	10,10	1,16
FC (bpm)	MEDIA	124,17	18,95
	DS	17,50	3,14
	PICCO	159,85	18,38
KCAL TOT		698,90	149,12
VELOCITA' (km/h)	MEDIA	4,38	0,43
	DS	0,66	0,10
	PICCO	6,14	0,58
DISTANZA (m)		8030,02	166,38

TABELLA 10: CALCOLO DELLA MEDIA (MEDIA) E DELLA DEVIATION STANDARD (DS) DELLA DURATA DEL TEST, DELLE KILOCALORIE TOTALI, DELLA DISTANZA, NONCHÉ DELLA MEDIA, DELLA DEVIATION STANDARD E DEL PICCO DEI SEGUENTI PARAMETRI CARDIOPOLMONARI: VENTILAZIONE (VE), CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO (VO₂ ass), PRODUZIONE DI ANIDRIDE CARBONICA (VC₀₂), QUOZIENTE RESPIRATORIO (QR), CONSUMO DI OSSIGENO/Kg (VO₂/Kg), METS, FREQUENZA CARDIACA (FC), VELOCITÀ.

Nella tabella 11 sono state calcolate le percentuali di VO₂ e VO₂/kg rispetto ai valori di picco ambulatoriali. A tal fine, sono stati rapportati, da una parte, il valore medio e di picco del VO₂ e del VO₂/Kg registrato durante il sentiero dei colli e, dall'altra parte, il valore di VO₂ picco e di VO₂/kg rilevato durante il test cardiopolmonare massimale.

ID	VO ₂ ass (mL/min)					VO ₂ /kg (mL/min/Kg)				
	VO ₂ ass picco ambulatoriale (mL/min)	VO ₂ ass medio colli (mL/min)	% del VO ₂ picco ambulatoriale	VO ₂ picco colli (mL/min)	% del VO ₂ picco ambulatoriale	VO ₂ /kg picco ambulatoriale (mL/min/Kg)	VO ₂ /kg ass medio colli (mL/min)	% del VO ₂ picco ambulatoriale	VO ₂ /Kg picco colli (mL/min)	% del VO ₂ /Kg picco ambulatoriale
1	3685	1024,8	27,81	2086,9	56,63	57,60	16,01	27,80	32,61	56,61
2	6103	2254,8	36,95	3902,7	63,95	51,20	18,90	36,91	32,71	63,89
3	2829	1500,9	53,06	2233,6	78,95	45,90	24,37	53,08	36,26	79,00
4	2604	1113,9	42,78	1831,9	70,35	41,40	17,71	42,78	29,12	70,34
5	4610	1766,9	38,33	3109,8	67,46	56,20	21,31	37,92	37,51	66,74
6	3629	1983,6	54,66	3371,4	92,90	48,30	26,41	54,68	44,89	92,94
8	4276	2169,9	50,75	3506,1	82,00	50,30	25,41	50,52	41,06	81,63
9	4000	1587,4	39,68	2640,8	66,02	57,20	22,81	39,87	37,94	66,33
10	4178	2175,1	52,06	3460,0	82,81	38,10	19,90	52,23	31,66	83,10
11	2521	1469,7	58,30	2404,5	95,38	33,90	19,94	58,82	32,63	96,25
12	4489	2261,2	50,37	3727,9	83,05	47,90	24,11	50,33	39,74	82,96
13	5031	1950,0	38,76	3447,6	68,53	51,40	19,92	38,75	35,22	68,52
14	4742	1899,8	40,06	3051,2	64,34	54,00	21,64	40,07	34,75	64,35
15	2985	1163,9	38,99	2264,2	75,85	47,60	18,74	39,37	36,46	76,60
16	3007	1313,7	43,69	2147,1	71,40	47,40	20,72	43,71	33,87	71,46
17	3710	1804,8	48,65	2974,3	80,17	52,10	25,35	48,65	41,77	80,17
18	2435	1210,8	49,73	2067,7	84,92	36,30	18,05	49,71	30,82	84,90
19	2765	1334,4	48,26	2312,7	83,64	37,40	18,18	48,61	31,51	84,25
20	2290	1052,8	45,98	1804,6	78,80	36,90	16,50	44,72	28,29	76,67
21	3314	1086,2	32,78	2125,2	64,13	55,50	18,20	32,78	35,60	64,14
22	2703	1088,9	40,29	2013,7	74,50	40,70	16,42	40,35	30,37	74,62
23	4640	1566,4	33,76	2648,6	57,08	63,50	21,43	33,75	36,23	57,06
24	3586	1470,8	41,02	2556,2	71,28	42,20	21,25	50,37	36,94	87,54
25	3819	1540,2	40,33	2540,3	66,52	57,40	23,16	40,35	38,20	66,55
26	3125	1752,0	56,06	2767,0	88,54	33,60	19,04	56,68	30,08	89,52
27	2973	1447,9	48,70	2574,5	86,59	39,40	19,18	48,67	34,10	86,55
28	4037	1617,7	40,07	2762,4	68,43	57,80	23,18	40,10	39,58	68,48
29	4484	1664,5	37,12	2685,8	59,90	66,90	24,66	36,86	39,79	59,48
30	4025	1654,3	41,10	2769,0	68,80	53,70	21,13	39,34	35,36	65,85

TABELLA 11: PERCENTUALI DI CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO DI PICCO AMBULATORIALE (% DEL VO₂ PICCO AMBULATORIALE) E DI CONSUMO DI OSSIGENO/Kg (% DEL VO₂/Kg PICCO AMBULATORIALE). RISPETTO AI VALORI DEL CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO DI PICCO REGISTRATI IN AMBULATORIO (VO₂ ASS PICCO AMBULATORIALE). NELLA PRIMA PARTE DELLA TABELLA (VO₂ ASS) SONO STATI RAPPORTATI IL VALORE MEDIO DEL CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO (VO₂ ASS MEDIO COLLI) E IL VALORE DEL CONSUMO DI OSSIGENO DI PICCO (VO₂ PICCO COLLI), ENTRAMBI RILEVATI SUI COLLI, CON IL CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO DI PICCO AMBULATORIALE (VO₂ ASS PICCO AMBULATORIALE). NELLA SECONDA PARTE DELLA TABELLA (VO₂/Kg) SONO STATI RAPPORTATI IL VALORE MEDIO DEL CONSUMO DI OSSIGENO/Kg ASSOLUTO (VO₂/Kg ASS MEDIO COLLI) E IL VALORE DEL CONSUMO DI OSSIGENO/Kg DI PICCO (VO₂/Kg PICCO COLLI), ENTRAMBI RILEVATI SUI COLLI, CON IL CONSUMO DI OSSIGENO/Kg DI PICCO AMBULATORIALE (VO₂/Kg PICCO AMBULATORIALE).

Nella Tabella 12 è stato riportato il valore medio con la relativa deviazione standard della percentuale di VO₂ e VO₂/Kg calcolato nella tabella 10. Si può notare come in media, il valore massimo di VO_{2picco} registrato durante il sentiero rappresenti il 74,24 ± 10,46 % del VO_{2picco} registrato in ambulatorio. Per ciò che riguarda il VO₂/kg_{picco} registrato durante il sentiero questo rappresenta il 74,71 ± 10,94 % VO₂/kg_{picco} ambulatoriale. Nonostante ciò, il sentiero presenta un impegno cardiocircolatorio medio. Infatti, confrontando i consumi di ossigeno medi assoluti e relativi durante lo svolgimento del sentiero, questi sono risultati rispettivamente di 43.0 ± 7.5% del VO_{2 picco} e 44.1 ± 7.7% del VO₂/kg_{picco} registrato durante il test massimale.

DATI CPET			
		MEDIA %	DEVIAZIONE STANDARD %
VO₂ ass (mL/min)	valore medio	43,80	7,47
	Valore picco	74,24	10,46
VO₂/kg (mL/min/Kg)	valore medio	44,06	7,66
	valore picco	74,71	10,94

TABELLA 12: CALCOLO DELLE PERCENTUALI DEI VALORI MEDI (MEDIA %) E DELLE DEVIAZIONI STANDARD (DEVIAZIONE STANDARD %) DEL VALORE MEDIO E DEL VALORE DI PICCO DEL CONSUMO DI OSSIGENO ASSOLUTO (VO₂ ASS) E DEL CONSUMO DI OSSIGENO/Kg (VO₂/kg).

DISCUSSIONE

I soggetti presi in esame praticavano in media tra i 150 e i 300 minuti a settimana. Nello specifico, solo uno di loro era sedentario e quattro svolgevano meno di 150 minuti di attività fisica a settimana.

In passato sono stati eseguiti dei test simili a quello appena eseguito. Ad esempio, lo studio di Eisenberger et al. (2022) aveva ad oggetto un test submassimale su un sentiero montano di lunghezza 1 km, con una pendenza massima del 26% e con il metabolimetro portatile (K5, kosmed, Rome, Italy). Inoltre, i partecipanti dovevano raggiungere uno sforzo fisico pari a 15 della scala di Borg (Eisenberger et al. 2022), in ciò differenziandosi dal nostro studio in cui i soggetti erano liberi di camminare alla propria andatura.

Dalla fatica espressa dai soggetti durante lo svolgimento del percorso tramite la scala di Borg, si può notare come il picco di fatica massima percepita sia stata di 14.8 ± 1.7 della suddetta scala e il valore medio di VO_2/Kg_{picco} pari a $35,37 \pm 4,07$ mL/min/Kg. Il picco di fatica medio raggiunto dai soggetti si avvicina al picco di fatica massima richiesta nello studio di Eisenberger et al. (2022), pari a 15 della scala di Borg.

La popolazione presa in oggetto da Eisenberger et al. (2022) ha un'età media di 56 anni e il VO_2/Kg_{picco} corrispondente a 15 della scala di Borg è in media di 37.3 ± 6.3 mL/min/Kg. Tale valore è simile a quello raggiunto nello studio oggetto della presente tesi, nonostante i soggetti presi in esame avessero un'età inferiore, con un'età media di $30,2 \pm 8,2$ anni.

I consumi di ossigeno medi durante lo svolgimento del sentiero sono risultati rispettivamente di $43.0 \pm 7.5\%$ del VO_{2picco} misurato in ambulatorio, attribuibile ad un'attività fisica lieve-moderata (Cavigli et al. 2021). Ne deriva che mediamente è stato svolto un esercizio di intensità moderata, che non è quasi mai controindicato, nemmeno a medie altitudini (Parati et al. 2018; Pelliccia et al. 2021; Cornwell et al. 2021).

Tuttavia, confrontando il VO_{2picco} massimo registrato durante il sentiero con il VO_{2picco} ottenuto durante il CPET, è emerso che in media è stato raggiunto il $74,24 \pm 10,46\%$ del VO_{2picco} . Tale dato indica che, in realtà, il sentiero scelto non è comparabile ad un'attività costante di intensità moderata, ma è paragonabile ad un'attività di tipo vigoroso (Cavigli et al. 2021). Pertanto, lo svolgimento di tale percorso potrebbe costituire un fattore di rischio

per coloro che non possono praticare attività fisica di intensità vigorosa a causa delle proprie condizioni di salute.

Inoltre, lo studio di Eisenberger et al. (2022) ha evidenziato che l'attività fisica all'aperto induce i soggetti a sottostimare la fatica espressa tramite la scala di Borg. Da un lato, ciò può favorire la pratica di attività fisica (Rose and Parfitt 2012), ma, dall'altro lato, bisogna considerare come l'ambiente può influire sulla percezione della fatica, soprattutto al momento della prescrizione di esercizio fisico.

Quanto al tempo di percorrenza, il presente studio ha rilevato notevoli discrepanze tra il tempo dichiarato e il tempo effettivo medio di un campione di soggetti giovani e asintomatici. In particolare, la segnaletica apposta dal CAI indicava un tempo di percorrenza di 2 ore e 30 minuti, cioè circa un'ora in più rispetto al tempo medio impiegato dai soggetti (1 ora, 32 minuti e 29 sec \pm 9 minuti, 20 secondi). Inoltre, il tempo di percorrenza differiva anche all'interno del gruppo stesso: il soggetto più veloce ha percorso il tragitto in 1 ora e 22 minuti, mentre il soggetto più lento in 1 ora e 55 minuti.

Limitazioni dello studio e prospettive future

Lo studio presenta alcune limitazioni: innanzitutto, quasi tutti i partecipanti praticano minimo 150 minuti di attività fisica a settimana; inoltre, la totalità dei soggetti in esame non soffre di patologie croniche che possano influire sul consumo di ossigeno ed è giovane, avendo una età media di $30,4 \pm 8,2$ anni.

Pertanto, per poter garantire la sicurezza nel praticare escursioni su sentieri montani o collinari è necessario estendere tale ricerca ad una popolazione di età maggiore, con fattori di rischio o patologie croniche stabilizzate.

CONCLUSIONE

Le informazioni fornite dalla cartellonistica del CAI nel sentiero Numero 14 del Parco Regionale dei Colli Euganei non consentono agli escursionisti di comprendere adeguatamente l'impegno cardiocircolatorio richiesto durante il percorso. Inoltre, il tempo di percorrenza è sovrastimato rispetto a quello effettivo, considerando che i tempi di percorrenza dei soggetti partecipanti al presente studio sono inferiori a quelli indicati dal CAI. Quanto alla fatica avvertita nella totalità del percorso, il valore medio riscontrato è in linea con quello dichiarato dal CAI ma, in determinati tratti, l'intensità percepita è riconducibile ad un'attività vigorosa.

Pertanto, per utenti con un'età più avanzata e/o con patologie croniche stabilizzate o altri fattori di rischio è probabile che il tempo reale di percorrenza sia superiore e sia più simile a quello stimato dalla segnaletica verticale del CAI. Tuttavia, per tali categorie di soggetti l'intensità dell'esercizio sarebbe maggiore rispetto a quella valutata dal CAI e, quindi, potrebbe esporli ad un rischio elevato per la salute.

Io sottoscritto Marco Bedon dichiaro che il materiale oggetto del presente studio e il testo della presente tesi sono originali. Dichiaro altresì di non aver utilizzato software di AI, di non aver copiato tesi o articoli scientifici in materia e di aver citato adeguatamente questi ultimi.

BIBLIOGRAFIA

Bärtsch, Peter, and J Simon R Gibbs. "Effect of altitude on the heart and the lungs." *Circulation* vol. 116,19 (2007): 2191-202. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.650796.

Burtscher, M et al. "Sudden cardiac death during mountain hiking and downhill skiing." *The New England journal of medicine* vol. 329,23 (1993): 1738-9. doi:10.1056/NEJM199312023292315

Burtscher, M et al. "Cardiopulmonary and metabolic responses in healthy elderly humans during a 1-week hiking programme at high altitude." *European journal of applied physiology* vol. 84,5 (2001): 379-86. doi:10.1007/s004210100393

Burtscher, Martin. "Endurance performance of the elderly mountaineer: requirements, limitations, testing, and training." *Wiener klinische Wochenschrift* vol. 116,21-22 (2004): 703-14. doi:10.1007/s00508-004-0258-y

Cavigli, Luna et al. "Prescribing, dosing and titrating exercise in patients with hypertrophic cardiomyopathy for prevention of comorbidities: Ready for prime time." *European journal of preventive cardiology* vol. 28,10 (2021): 1093-1099. doi:10.1177/2047487320928654

Ciesa, Marta et al. "Retrospective study on search and rescue operations in two prealps areas of Italy." *Wilderness & environmental medicine* vol. 26,2 (2015): 150-8. doi:10.1016/j.wem.2014.10.008

Cornwell, William K 3rd et al. "Clinical Implications for Exercise at Altitude Among Individuals With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association." *Journal of the American Heart Association* vol. 10,19 (2021): e023225. doi:10.1161/JAHA.121.023225

Eisenberger, Laura et al. "Assessment of Exercise Intensity for Uphill Walking in Healthy Adults Performed Indoors and Outdoors." *International journal of environmental research and public health* vol. 19,24 16662. 12 Dec. 2022, doi:10.3390/ijerph192416662

Erdmann, J et al. "Effects of exposure to altitude on men with coronary artery disease and impaired left ventricular function." *The American journal of cardiology* vol. 81,3 (1998): 266-70. doi:10.1016/s0002-9149(97)00901-6

Faulhaber, M et al. "Frequency of cardiovascular diseases among ski mountaineers in the Austrian Alps." *International journal of sports medicine* vol. 28,1 (2007): 78-81. doi:10.1055/s-2006-924053

Faulhaber, Martin et al. "Prevalence of cardiovascular diseases among alpine skiers and hikers in the Austrian Alps." *High altitude medicine & biology* vol. 8,3 (2007): 245-52. doi:10.1089/ham.2007.1005

Faulhaber, Martin et al. "Characteristics of Victims of Fall-Related Accidents during Mountain Hiking." *International journal of environmental research and public health* vol. 17,3 1115. 10 Feb. 2020, doi:10.3390/ijerph17031115 Fulco, Charles S., Paul B. Rock, and Allen Cymerman. 1998. "Maximal and Submaximal Exercise Performance at Altitude." *Aviation Space and Environmental Medicine* 69 (8): 793–801.

Gatterer, H et al. "Effect of weekly hiking on cardiovascular risk factors in the elderly." *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie* vol. 48,2 (2015): 150-3. doi:10.1007/s00391-014-0622-0

Gatterer, Hannes et al. "Mortality in Different Mountain Sports Activities Primarily Practiced in the Summer Season-A Narrative Review." *International journal of environmental research and public health* vol. 16,20 3920. 15 Oct. 2019, doi:10.3390/ijerph16203920

Hofstetter, Louis, Urs Scherrer, and Stefano F Rimoldi. 2017. "Going to High Altitude with Heart Disease." *Cardiovascular Medicine* 20 (04): 87–95. <https://doi.org/10.4414/cvm.2017.00478>.

Honigman, B et al. "Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes." *Annals of internal medicine* vol. 118,8 (1993): 587-92. doi:10.7326/0003-4819-118-8-199304150-00003.

Levine, Benjamin D. “Going High with Heart Disease: The Effect of High Altitude Exposure in Older Individuals and Patients with Coronary Artery Disease.” *High altitude medicine & biology* vol. 16,2 (2015): 89-96. doi:10.1089/ham.2015.0043.

Mentiplay, Benjamin F et al. “Lower limb angular velocity during walking at various speeds.” *Gait & posture* vol. 65 (2018): 190-196. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.06.162.

Messerli-Burgy, Nadine et al. “Autonomic and cardiovascular effects of acute high altitude exposure after myocardial infarction and in normal volunteers.” *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society* vol. 73,8 (2009): 1485-91. doi:10.1253/circj.cj-09-0004.

Mitten, Denise et al. “Hiking: A Low-Cost, Accessible Intervention to Promote Health Benefits.” *American journal of lifestyle medicine* vol. 12,4 302-310. 9 Jul. 2016, doi:10.1177/1559827616658229.

Parati, Gianfranco et al. “Clinical recommendations for high altitude exposure of individuals with pre-existing cardiovascular conditions: A joint statement by the European Society of Cardiology, the Council on Hypertension of the European Society of Cardiology, the European Society of Hypertension, the International Society of Mountain Medicine, the Italian Society of Hypertension and the Italian Society of Mountain Medicine.” *European heart journal* vol. 39,17 (2018): 1546-1554. doi:10.1093/eurheartj/ehx720.

Pelliccia, Antonio et al. “2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease.” *European heart journal* vol. 42,1 (2021): 17-96. doi:10.1093/eurheartj/ehaa605.

Ponchia, Andrea et al. “Cardiovascular risk during physical activity in the mountains.” *Journal of cardiovascular medicine (Hagerstown, Md.)* vol. 7,2 (2006): 129-35. doi:10.2459/01.JCM.0000203853.20762.bb

Powell, Kenneth E et al. “Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what?.” *Annual review of public health* vol. 32 (2011): 349-65. doi:10.1146/annurev-publhealth-031210-101151.

R, Romeo, ed. 2021. Mountain Tourism – Towards a More Sustainable Path. Mountain Tourism – Towards a More Sustainable Path. <https://doi.org/10.4060/cb7884en>.

Rose, E A, and G Parfitt. “Exercise experience influences affective and motivational outcomes of prescribed and self-selected intensity exercise.” *Scandinavian journal of medicine & science in sports* vol. 22,2 (2012): 265-77. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01161.

Schmid, J-P et al. “Safety and exercise tolerance of acute high altitude exposure (3454 m) among patients with coronary artery disease.” *Heart (British Cardiac Society)* vol. 92,7 (2006): 921-5. doi:10.1136/hrt.2005.072520.

Schobersberger, Wolfgang et al. “Austrian Moderate Altitude Studies (AMAS): benefits of exposure to moderate altitudes (1,500-2,500 m).” *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* vol. 14,3 (2010): 201-7. doi:10.1007/s11325-009-0286-yBärtsch, Peter, and J. Simon R. Gibbs. 2007. “Effect of Altitude on the Heart and the Lungs.” *Circulation* 116 (19): 2191–2202. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.650796>.