



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale  
Corso di laurea Magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata**

**Tesi di laurea Magistrale**

**Orienteering: strategie, tecniche e prestazione sul campo in  
relazione ad abilità e attitudini visuospatiali**

**Orienteering: strategies, techniques and field performance related to visuospatial  
abilities and attitudes**

*Relatrice*

**Prof.ssa Chiara Meneghetti**

*Correlatore*

**Dott. Tommaso Feraco**

***Laureanda: Francesca Taufer***

***Matricola: 2022515***

Anno Accademico 2021/2022



## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	6
<b>CAPITOLO 1</b> .....	8
<b>ABILITA' COGNITIVE VISUOSPAZIALI E DI NAVIGAZIONE</b> .....	8
<b>1.1 Definizione delle abilità visuospatiali</b> .....	8
<b>1.1.1. Diverse tipologie di categorizzazione</b> .....	9
<b>1.1.1.1. Modello “2x2” di Uttal et al. (2003) sulle abilità visuospatiali</b> .....	10
<b>1.1.2. Sviluppo e allenamento delle abilità visuospatiali</b> .....	12
<b>1.1.3. Differenze di genere</b> .....	13
<b>1.1.4. Relazione tra abilità visuospatiali ed altre funzioni cognitive</b> .....	14
<b>1.2 Percezione e cognizione dell'ambiente</b> .....	15
<b>1.2.1. Apprendimento spaziale</b> .....	16
<b>1.2.1.1. Mappa Cognitiva</b> .....	17
<b>1.2.2. Abilità di orientamento e navigazione</b> .....	18
<b>1.2.2.1. Wayfinding</b> .....	20
<b>1.2.2.2. Rappresentazione dello spazio e strategie di navigazione</b> .....	23
<b>1.2.3. Sistemi di riferimento spaziale</b> .....	24
<b>1.3 Attitudini Spaziali</b> .....	25
<b>1.4 Conclusione</b> .....	26
<b>CAPITOLO 2</b> .....	29
<b>ABILITA' COGNITIVE NELLA PRATICA SPORTIVA: LO SPORT DELL'ORIENTEERING</b> .....	29
<b>2.1 Sport e Cognizione</b> .....	29
<b>2.1.1. Attività fisica e abilità cognitive</b> .....	31
<b>2.1.1.1. Esercizio fisico e funzioni esecutive</b> .....	33
<b>2.1.1.2. Pratica sportiva e abilità visuospatiali</b> .....	33
<b>2.1.2. Abilità cognitive e tipologia di sport praticato</b> .....	35
<b>2.1.3. Esperienza sportiva e sport di alto livello</b> .....	36
<b>2.2 Lo sport dell'orienteeing</b> .....	39
<b>2.2.1. Introduzione all'orienteeing</b> .....	39
<b>2.2.2. Competizioni di orienteeing</b> .....	41
<b>2.2.3. Abilità e processi coinvolti durante la pratica dell'orienteeing</b> .....	42

2.2.3.1.	Tecniche e strategie specifiche utilizzate nella navigazione.....	44
2.2.3.2.	Anticipazione, semplificazione e pianificazione.....	44
2.2.3.3.	Selezione di elementi specifici.....	46
2.2.3.4.	Altre tecniche e strategie.....	47
2.3	Abilità cognitive coinvolte nella pratica dell'orienteeering.....	48
2.3.1.	Abilità visuospatiali e orienteeering.....	49
2.3.2.	Orienteering, wayfinding e navigazione nell'ambiente.....	51
2.4	Attitudini spaziali e orienteeering.....	53
<b>CAPITOLO 3</b> .....		<b>56</b>
<b>LA RICERCA</b> .....		<b>56</b>
<b>3.1</b>	<b>Obiettivi</b> .....	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>Ipotesi</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodo</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3.1.</b>	<b>Partecipanti</b> .....	<b>58</b>
<b>3.3.2.</b>	<b>Materiali</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2.1.</b>	<b>Prove visuospatiali</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2.1.1.</b>	<b>Short Mental Rotation Test</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2.1.2.</b>	<b>Short Object Perspective Test</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2.1.3.</b>	<b>Hidden Figure Test</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.2.1.4.</b>	<b>Water Level Task</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.2.2.</b>	<b>Cattell Test</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.2.3.</b>	<b>Questionari</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3.2.3.1.</b>	<b>Questionario demografico</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3.2.3.2.</b>	<b>Questionario di ansia spaziale</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3.2.3.3.</b>	<b>Questionario di orientamento spaziale</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3.2.3.4.</b>	<b>Questionario sul piacere dell'esplorazione</b> .....	<b>62</b>
<b>3.3.2.3.5.</b>	<b>Questionario su strategie comportamentali e tecniche di orienteeering (ad hoc)</b> .....	<b>62</b>
<b>3.3.2.4.</b>	<b>Rilevazione del percorso sul campo</b> .....	<b>64</b>
<b>3.3.3.</b>	<b>Procedura</b> .....	<b>65</b>
<b>3.4</b>	<b>Risultati</b> .....	<b>67</b>
<b>3.4.1.</b>	<b>Statistiche descrittive del campione e correlazioni</b> .....	<b>67</b>
<b>3.4.2.</b>	<b>Analisi di regressione lineare con effetti misti</b> .....	<b>67</b>
<b>3.4.2.1.</b>	<b>Analisi di regressione lineare sulla prestazione generale di gara</b> ....	<b>68</b>
<b>3.4.2.2.</b>	<b>Analisi di regressione lineare riguardo lo studio degli intertempi</b> ...	<b>69</b>

3.4.2.3. Analisi qualitativa delle prestazioni degli atleti nelle prove di orienteering sul campo.....	71
3.5 Discussione.....	74
<b>CAPITOLO 4.....</b>	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>81</b>
<b>APPENDICE.....</b>	<b>90</b>

## INTRODUZIONE

Questo progetto, ideato per un lavoro di tesi magistrale, ha come scopo quello di esaminare la presenza di una relazione tra diverse abilità visuospatiali, comportamenti e attitudini spaziali con prestazioni individuali nello sport dell'orienteeing. In particolare, si vuole esaminare come l'utilizzo di specifiche tecniche e strategie durante la pratica possano influenzare la prestazione sportiva. Il campione di partecipanti allo studio consiste in un gruppo di atleti di alto livello facenti parte della squadra nazionale italiana assoluta di orienteeing.

Nel primo capitolo si definirà e darà una visione completa riguardo le abilità visuospatiali, quelle capacità che permettono di utilizzare e manipolare informazioni e stimoli di tipo spaziale, di come queste si sviluppano, del loro possibile allenamento e della loro relazione con altre funzioni cognitive. Inoltre, si parlerà in dettaglio di compiti di orientamento nello spazio e abilità di *wayfinding*, ponendo attenzione ai diversi processi cognitivi coinvolti durante la navigazione e alle modalità di percezione e rappresentazione dello spazio necessarie per permettere il movimento. Infine si esamineranno le diverse attitudini e atteggiamenti individuali in compiti di natura spaziale e la loro possibile relazione con attività di navigazione nello spazio.

Nel secondo capitolo si parlerà della relazione tra pratica sportiva e abilità cognitive, con un'enfasi particolare riguardo il loro utilizzo nello sport dell'orienteeing. Nella prima parte si parlerà in modo generico di abilità cognitive ed esercizio fisico, dei benefici che questo può portare all'organismo in diversi domini e della differenza tra sportivi di alto livello e atleti principianti. Esamineremo in dettaglio gli effetti a livello cognitivo dati dalla pratica sportiva nelle abilità visuospatiali e in compiti di orientamento. Successivamente si andrà invece a parlare nello specifico dell'orienteeing, uno sport individuale che coinvolge abilità di navigazione in un ambiente. In particolare si spiegherà in cosa consiste e come funziona, i diversi processi coinvolti durante l'attività sia a livello fisico che cognitivo, le varie tecniche e strategie in uso nella pratica per semplificare la navigazione nell'ambiente e la relazione che questa disciplina può avere con le

diverse abilità visuospatiali, attitudini e comportamenti riguardo compiti di natura spaziale.

Il terzo capitolo presenta globalmente la ricerca effettuata per questo studio su atleti di orienteering della squadra nazionale durante l'autunno 2021 in occasione di competizioni e allenamenti sul campo e attraverso la somministrazione di questionari e prove visuospatiali. Per prima cosa verranno esposti i dettagli riguardanti la metodologia utilizzata per la ricerca: la descrizione del campione di partecipanti, i materiali utilizzati, gli obiettivi dello studio e le ipotesi da verificare. Successivamente verrà presentata la parte di analisi e discussione dei risultati .

Infine, nell'ultimo capitolo si discuterà dei risultati ottenuti e verranno esposte le conclusioni a cui si è arrivati.

## CAPITOLO 1

### ABILITA' COGNITIVE VISUOSPAZIALI E DI NAVIGAZIONE

Le abilità visuospatiali consistono in quelle abilità cognitive che permettono di codificare, mantenere, manipolare e produrre informazioni e stimoli di tipo astratto o non verbale (Linn & Petersen, 1985). In questo capitolo si cercherà di dare una visione completa su queste abilità, in particolare si parlerà di cosa esse sono e delle diverse classificazioni e categorizzazioni esistenti per definire. Si tratterà inoltre dello sviluppo di queste abilità durante i vari stadi della crescita e del loro possibile allenamento. Si guarderà alla relazione delle abilità visuospatiali con altre funzioni cognitive, come ad esempio la memoria o l'attenzione, per concludere con esaminare le differenze di genere esistenti in questa tipologia di compiti.

Nella seconda parte del capitolo si tratterà invece della cognizione spaziale a più ampio raggio, indagando come l'ambiente viene percepito e su quali sistemi di riferimento o rappresentazioni mentali si basa. Un'attenzione particolare sarà data ai compiti di navigazione nello spazio e alle abilità di *wayfinding*, definendole e indagando le varie categorie esistenti, i processi cognitivi che ne stanno alle base e le diverse tipologie di strategie utilizzate per muoversi nell'ambiente.

La parte conclusiva del capitolo fa riferimento invece a tutte quelle attitudini e atteggiamenti individuali nei confronti di compiti di tipo spaziale e di come questi ne possano influenzare la prestazione.

#### **1.1 Definizione delle abilità visuospatiali**

Linn e Petersen (1985) definiscono le abilità visuospatiali come quelle abilità cognitive che permettono di codificare, mantenere, elaborare e riprodurre informazioni e stimoli di tipo astratto o non verbale. Tra queste troviamo, ad esempio, abilità come quella di percepire l'orizzontalità o la

verticalità di una linea, ruotare mentalmente un oggetto oppure identificare una figura semplice in una più complessa. Queste ci consentono di svolgere attività quotidiane come muoverci in un ambiente, orientarsi, trovare un oggetto in uno spazio e numerosi altri compiti che richiedono l'analisi di informazioni spaziali (Uttal et al., 2013). Sono quindi di fondamentale importanza in quanto ci permettono di svolgere alcuni dei normali compiti della vita quotidiana. È riconosciuto che le abilità visuospatiali costituiscano una componente importante dell'intelletto e che sono una classe specifica di abilità cognitive ma durante il loro utilizzo necessitano anche dell'aiuto di altri meccanismi o funzioni per il corretto svolgimento del compito (Linn & Petersen, 1985).

Le abilità visuospatiali sono molteplici e una prima suddivisione può essere fatta sulla base della dimensione in cui queste operano e agiscono. Vengono definite abilità visuospatiali di “piccola scala” tutte quelle prove che prevedono immaginazione mentale, trasformazione o manipolazione mentale di oggetti di piccole dimensioni. Sono misurabili tramite specifiche tipologie di test e compiti, come ad esempio un test di rotazione mentale o di rilevazione di figure nascoste. Le abilità visuospatiali di “larga scala” sono invece quelle prove che prevedono la navigazione e il movimento in uno spazio. Comprendono il conoscere nuovi ambienti, dare e interpretare indicazioni di un percorso, percorrere una strada a ritroso o muoversi all'interno di uno spazio (Hegarty et al., 2006). Queste due dimensioni sono in relazione tra di loro anche se non è ancora del tutto chiaro in che misura le abilità di una scala influenzano quelle dell'altra dimensione (Hegarty et al., 2006).

### **1.1.1 Diverse tipologie di categorizzazione delle abilità visuospatiali**

Nonostante i numerosi studi e meta-analisi esistenti riguardo le abilità visuospatiali di piccola scala, ad oggi non si ha una categorizzazione e una definizione unica di tali capacità. Esistono diversi modelli con suddivisioni basate su diverse funzioni o caratteristiche di queste abilità. Una prima classificazione è quella proposta da Linn and Petersen (1985) che divide le abilità visuospatiali in tre tipologie: la percezione spaziale, la rotazione mentale e la visualizzazione

spaziale. Le abilità di rotazione mentale consistono in quelle capacità che permettono di ruotare mentalmente con precisione un oggetto a due o tre dimensioni, per poi riuscire a confrontare e riconoscere lo stimolo iniziale dopo la traslazione (Linn & Petersen, 1985). È un processo incrementale che quindi dipende dal tipo e dalla complessità dello stimolo considerato. La velocità di risposta dipende sia dall'angolo di rotazione che dal numero di dettagli e parti da ruotare dello stimolo: più questo è complesso, maggiore sarà la difficoltà del compito e di conseguenza più alti saranno i tempi di risposta (Lovett & Schulthei, 2021). La percezione spaziale invece si riferisce alla capacità di una persona di individuare le relazioni spaziali esistenti tra vari oggetti mantenendo l'orientamento del proprio corpo così come l'essere in grado di percepire l'orizzontalità e la verticalità di diverse linee o figure (Linn and Petersen, 1985). Infine, la visualizzazione spaziale consiste in quella abilità che permette di gestire e manipolare stimoli e informazioni spaziali, come ad esempio la capacità di identificare una figura all'interno di un ambiente più complesso (Linn and Petersen, 1985).

Esistono altre tipologie di classificazioni con altre sottocomponenti o basate su altri approcci come ad esempio quella ipotizzata da Allen (1999), che classifica le abilità visuospatiali in base alla loro funzione d'utilizzo (Malinowski, 2001). Altri approcci ancora derivano dalle diverse tipologie di test visuospatiali (Carroll, 1993; Eliot, 1987; Lohman, 1988; Thurstone, 1947; Uttal et al., 2013). Per lo studio corrente, il modello preso in considerazione e utilizzato come riferimento è quello proposto nella categorizzazione di Uttal et al. (2013). Questa viene denominata “classificazione 2x2” in quanto la distinzione tra le varie tipologie di abilità visuospatiali si basa su due diverse dimensioni date dalle caratteristiche degli oggetti e dell'ambiente.

#### **1.1.1.1 Modello “2x2” di Uttal et al (2003) sulle abilità visuospatiali**

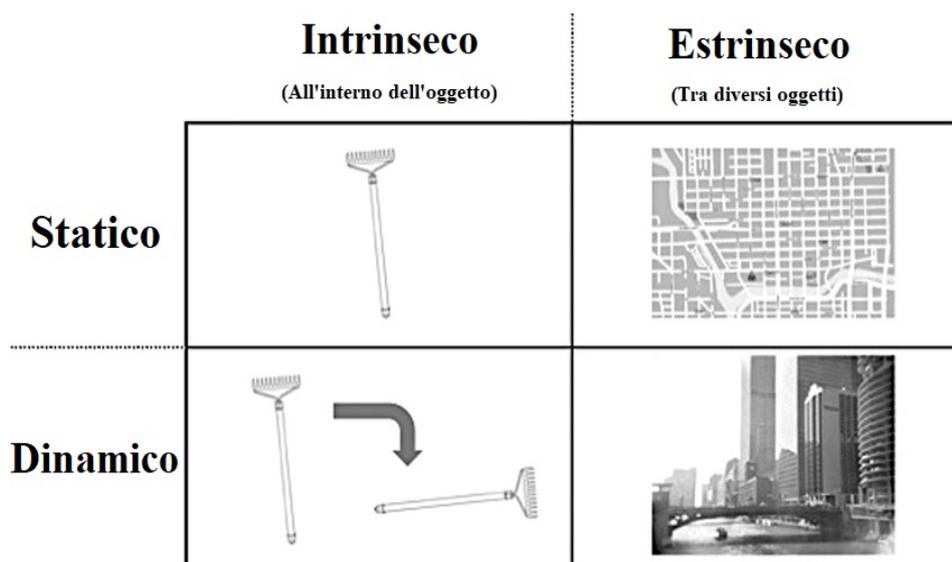
Il modello creato da Uttal et al. (2013) per classificare le abilità visuospatiali si basa principalmente su due diverse caratteristiche degli oggetti: da una parte, la distinzione tra

informazioni intrinseche ed estrinseche e dall'altra la distinzione tra compiti statici e dinamici. Per quanto riguarda le informazioni intrinseche-estrinseche, questa dimensione fa riferimento alla tipologia di informazioni dell'oggetto utilizzate. In particolare, le informazioni intrinseche fanno riferimento a tutte le caratteristiche dell'oggetto che lo definiscono e lo rendono tale e a tutti gli elementi a cui si pensa quando lo si definisce (come ad esempio gli aspetti fisici o le caratteristiche visive) (Biederman, 1987; Hoffman & Singh, 1997; Tversky, 1981). In pratica fanno parte di questa categoria tutte le parti che compongono un oggetto e le varie relazioni esistenti tra le sue diverse componenti (Uttal et al. 2013). Le informazioni estrinseche di un oggetto invece fanno riferimento alle relazioni che esso stesso ha con l'ambiente e lo spazio circostante o con altri oggetti in un gruppo. Fanno parte di queste tutte le relazioni spaziali esistenti tra vari oggetti e il mondo circostante (un esempio può essere la posizione relativa tra due oggetti nella stessa stanza: sopra-sotto, a lato) (Uttal et al., 2013).

Per quanto riguarda l'altra dimensione su cui si basa la classificazione delle abilità visuospatiali, essa fa riferimento alla distinzione della tipologia di compito, ovvero compiti di tipo statico o dinamico. Sono considerati compiti statici quelli che riguardano informazioni fisse e stabili degli oggetti e che mantengono intatta la loro conformazione senza nessuna modifica alla loro struttura (compiti come ad esempio la visualizzazione, il riconoscimento o la rappresentazione di un oggetto). I compiti dinamici al contrario sono azioni che vanno a cambiare e modificare gli elementi o le caratteristiche degli oggetti (azioni come ad esempio piegamenti, rotazioni o tagli) oppure la posizione o la relazione che questi hanno con lo spazio circostante (ad esempio spostamenti, traslazioni o cambi di prospettiva) (Uttal et al., 2013).

Basandosi su queste due differenti distinzioni (estrinseco-intrinseco e statico-dinamico) si ottengono due diverse dimensioni che portano alla formazione di quattro differenti combinazioni possibili di tipologie di abilità visuospatiali, da cui la definizione di "classificazione 2x2". In base alla caratteristica dell'oggetto e alla finalità del compito queste possono coinvolgere diverse

informazioni date dalle due dimensioni (vedi schema riassuntivo in Figura 1.1). In una prima combinazione di queste troviamo compiti statici su informazioni intrinseche, cioè abilità di visualizzazione spaziale come il riconoscere o percepire un oggetto o una configurazione dello spazio. Se questi vengono modificati o ruotati si ha invece l'utilizzo di informazioni intrinseche e dinamiche. Fanno parte di questa categoria ad esempio i compiti di rotazione mentale, unire oggetti in una configurazione complessa o visualizzare e trasformare mentalmente oggetti. Azioni come capire e pensare la relazione tra diversi oggetti su una mappa o nell'ambiente, percepire le relazioni e i principi spaziali esistenti (orizzontalità, verticalità) coinvolgono invece informazioni estrinseche e statiche. Percepire come queste informazioni e relazioni possono cambiare durante un movimento nello spazio sono infine un esempio dell'ultima tipologia di abilità visuospatiale, ovvero compiti che utilizzano informazioni estrinseche e dinamiche (Uttal et al., 2013).



*Figura 1.1: Classificazione 2x2 delle abilità spaziali (Uttal et al, 2013) ed esempio delle caratteristiche coinvolte nelle varie dimensioni*

### 1.1.2 Sviluppo e allenamento delle abilità visuospatiali

Dopo aver definito cosa sono le abilità visuospatiali e i possibili modelli esistenti per classificarle, in questo paragrafo si andrà a parlare di come queste si sviluppano durante i diversi stadi della crescita e di come sia possibile allenarle e migliorarle.

Uno studio di Aguilar Ramirez, Blinch & Gonzales (2021), si è proposto di esaminare lo sviluppo delle abilità visuospatiali durante la crescita. Attraverso l'utilizzo di compiti di rotazione mentale e di costruzioni di figure (compito che utilizza anche altre abilità visuospatiali) si è visto come quest'ultimo sia risultato più semplice per bambini dai 5 agli 8 anni rispetto a compiti di rotazione mentale, troppo difficili per quell'età. Differenze si vedono anche tra bambini di età superiore (9-12 anni) e gli adolescenti nello svolgere queste due tipologie di compiti visuospatiali.

Attraverso una meta-analisi (Uttal et al., 2013) è stato trovato che le abilità visuospatiali sono fortemente malleabili e che allenamenti specifici risultano essere efficaci nel migliorarle. Questi miglioramenti sono inoltre trasferibili in diversi domini delle abilità visuospatiali e duraturi anche a distanza di tempo. Questo tipo di allenamento è possibile per tutte le diverse dimensioni e tipologie di abilità tramite diversi compiti o attività che implicano l'utilizzo delle abilità visuospatiali e ne portano ad un miglioramento. Alcuni esempi di allenamento possono essere specifici e mirati sulle abilità visuospatiali, ovvero programmi di allenamento che usano compiti appositamente pensati per migliorare queste abilità (Baenninger & Newcombe, 1989), oppure possono essere allenati indirettamente grazie a varie attività, come ad esempio i video games (Green & Bavelier, 2003) o corsi che coinvolgono l'utilizzo di queste capacità senza essere progettati unicamente per questo scopo (Baenninger & Newcombe, 1989). Grazie a queste tipologie di allenamento si può quindi arrivare ad un miglioramento duraturo nel tempo delle abilità visuospatiali, che potrebbe portare ad un conseguente miglioramento anche in altri campi come ad esempio le abilità di navigazione (Gilbert, 2005; Uttal et al., 2013).

Per avere un quadro generale ancora più completo e chiaro del funzionamento delle abilità visuospatiali, nel prossimo paragrafo si parlerà invece delle differenze di genere esistenti riguardo l'utilizzo delle abilità visuospatiali esaminando i dettagli e le possibili cause.

### **1.1.3 Differenze di genere**

Numerosi lavori sono stati fatti per studiare l'influenza del genere sulle abilità visuospatiali.

I risultati hanno mostrato che esiste una differenza di genere significativa in compiti che richiedono l'utilizzo di queste abilità. Infatti, gli uomini hanno migliori risultati delle donne nella maggior parte dei test visuospatiali (Voyer, Voyer, & Bryden, 1995). La differenza maggiore si vede in compiti di rotazione mentale e questa divergenza emerge già molto presto nello sviluppo, più o meno all'età di 10 anni (Aguilar Ramirez et al., 2021). Una differenza statisticamente significativa compare anche in compiti che misurano le abilità di percezione spaziale (Linn & Petersen, 1985).

Per quanto riguarda compiti di visualizzazione spaziale invece, non c'è una differenza significativa tra i due generi e questo può essere dovuto al fatto che questi compiti possono essere risolti anche tramite l'utilizzo di diverse strategie, ovvero metodi che non coinvolgono unicamente abilità di tipo visuospatial ma anche altre tipologie (come ad esempio sia abilità visive che non visive) (Linn and Petersen, 1985). Con l'allenamento costante di queste abilità, la differenza di genere viene comunque mantenuta ma può essere ridotta notevolmente (Uttal et al., 2013).

La causa che sta alla base di queste differenze non è del tutto chiara ma esistono diverse interpretazioni a riguardo. Tra di esse troviamo teorie biologiche che implicano differenze ormonali (Moffat & Hampson, 1996; Williams et al., 1990) o genetiche come ad esempio la lateralizzazione emisferica differente tra i diversi sessi (Annett, 1992), teorie che coinvolgono fattori ambientali, come la cultura o i giochi dell'infanzia con cui si cresce (gli uomini tendenzialmente hanno passato più tempo a giocare con attività che prevedono il coinvolgimento di queste abilità (Goldberg & Lewis, 1969; Baenninger & Newcombe, 1989)). Infine abbiamo interpretazioni evoluzionistiche (Silverman & Eals, 1992) con focus sulle diverse tipologie di attività svolte dai due generi nell'evoluzione dell'essere umano (attività esplorative o meno) e teorie che basano queste differenze su relazioni con determinate caratteristiche di personalità, tra cui ad esempio l'ansia spaziale, presente a in livelli maggiori nel genere femminile (Colucca & Louse, 2004).

#### **1.1.4 Relazione tra abilità visuospatiali ed altre funzioni cognitive**

Oltre alle caratteristiche viste nei paragrafi precedenti, un'altra proprietà delle abilità

visuospatiali è che sono funzioni molto complesse e richiedono l'implicazione di diversi meccanismi durante il loro utilizzo (Linn & Petersen, 1985). Durante l'esecuzione di attività che prevedono l'uso di abilità visuospatiali vengono contemporaneamente utilizzate anche altre funzioni cognitive per il corretto svolgimento del compito e per facilitare la prestazione. Un esempio può essere quello dell'utilizzo della memoria di lavoro in compiti visuospatiali quando questi richiedono di memorizzare simultaneamente la posizione di diversi oggetti o riferimenti e mantenerli in memoria per il corretto svolgimento del compito. Si è visto infatti che esiste un collegamento tra le due funzioni, ovvero che la capacità individuale della memoria di lavoro si rispecchia nella prestazione dei compiti visuospatiali (Uttal et al., 2013). I risultati delle prove visuospatiali sono quindi influenzati dalla quantità di informazioni contenuta simultaneamente nella memoria di lavoro e differenze individuali nella capacità di memorizzare informazioni possono portare a diversi risultati in compiti visuospatiali (Uttal et al., 2013; Hegarty & Waller, 2005) Oltre alla memoria di lavoro, durante lo svolgimento di compiti visuospatiali sono coinvolti anche altri processi cognitivi di base come l'attenzione (Uttal et al., 2013). Prestare attenzione agli stimoli dell'ambiente è necessario al fine di elaborare le informazioni richieste dello stimolo, sia che esso sia di piccola scala (come ad esempio prestare attenzione alla figura da ruotare in un compito di rotazione mentale) che stimoli di grande scala (come porre attenzione agli elementi in un ambiente per poter poi navigare all'interno).

Dopo aver visto e definito cosa sono le abilità visuospatiali, come queste si sviluppano e la loro relazione con altre funzioni cognitive, con il prossimo paragrafo si entrerà nella seconda parte del capitolo e si andrà a parlare della cognizione spaziale, in particolare di come viene percepito l'ambiente e lo spazio circostante e quali sistemi di riferimento o rappresentazioni mentali vengono utilizzate.

## **1.2 Percezione e cognizione dell'ambiente**

L'essere umano si trova costantemente all'interno di uno spazio. Per elaborare le

informazioni al suo interno, muoversi e utilizzarle, c'è prima bisogno di percepirle correttamente attraverso diversi meccanismi e raffigurazioni. La creazione di queste rappresentazioni che l'uomo ha dell'ambiente circostante è sempre riferita sia alla persona stessa che alle sue azioni (Montello, 1993).

Montello suddivide lo spazio percepito lungo due dimensioni e grandezze, da quello di piccola scala a uno di larga scala. Lo spazio di scala minore viene chiamato *Figural Space* e consiste in tutto ciò che è più piccolo della dimensione della persona stessa e quindi è percepibile interamente con un solo sguardo. Un esempio possono essere degli stimoli presentati in un test di rotazione mentale o degli oggetti posati su una tavola. Al crescere della scala, la categoria successiva è data da ciò che Montello chiama *Vista Space*, ovvero ciò che è più ampio del corpo del soggetto ma ancora visibile interamente con una singola occhiata. Un esempio di questa dimensione di spazio può essere una stanza di piccole dimensioni. La terza categoria è definita *Environmental Space* e consiste in ciò che non può essere percepito nel suo insieme con un solo sguardo ma che posso comunque conoscere attraverso un movimento o un'azione al suo interno o grazie all'aiuto di strumenti astratti come una rappresentazione o una mappa. Fanno parte di questa categoria paesaggi e ambienti naturali o edifici di grandi dimensioni. L'ultima tipologia della classificazione data da Montello viene definita *Geographical Space* e comprende quello spazio che non si può conoscere attraverso un'esperienza ma soltanto tramite rappresentazioni astratte con l'utilizzo di mappe o carte geografiche. Queste quattro tipologie di spazio si alternano frequentemente tra di loro nella vita di tutti i giorni (Montello, 1993).

### **1.2.1 Apprendimento spaziale**

Per riuscire a navigare in un ambiente c'è bisogno di un apprendimento di tale spazio al fine di potersi muovere al suo interno. Questo apprendimento può avvenire grazie alla creazione di una rappresentazione mentale di ogni ambiente. Questa viene creata grazie ad una serie di input sensoriali ricavati con l'utilizzo dei diversi sensi, tra cui principalmente la vista, ciò che permette di

vedere gli stimoli presenti che vengono elaborati, ma anche da altri sensi o sistemi come quello vestibolare e da indizi cinestetici o motori (Hegarty et al., 2006). L'utilizzo di strumenti come mappe o GPS possono essere un ulteriore aiuto nel completare questa rappresentazione.

Questo apprendimento dello spazio avviene sia in una visione egocentrica, dove le informazioni elaborate vengono cioè create secondo la prospettiva della persona, che allocentrica, cioè con una visione e riferimenti globali. Tutte queste informazioni ed elementi ricavati vanno a formare quella che viene chiamata “Mappa Cognitiva” (Tolman, 1948). Nel prossimo paragrafo esamineremo questo concetto più nel dettaglio.

Queste rappresentazioni hanno diverse componenti derivate dall'interazione dell'individuo con l'ambiente circostante (Neisser, 1976). La prima è una componente di tipo cognitivo (che corrisponde alla mappa cognitiva) e comprende caratteristiche visuospatiali, informazioni riguardo il contenuto e la tipologia di ambiente rappresentato. Una seconda componente è quella comportamentale, che consiste in tutte le azioni e i comportamenti che si possono compiere in un certo ambiente in base alle sue caratteristiche, alle influenze sociali o anche al tipo di *affordance* che questo possiede. Le *affordance* consistono nelle caratteristiche fisiche di un oggetto, in questo caso di un ambiente, che suggeriscono determinate azioni o comportamenti appropriati (Gibson, 1977). Una terza componente di queste rappresentazioni è la parte affettivo-emotiva e consiste in tutte le diverse emozioni o affetti che un certo ambiente può suscitare nella persona in base alle sue interazioni presenti o passate. L'ultima è la componente valutativa e comprende tutti i giudizi che una persona ha su uno specifico ambiente. Queste valutazioni possono essere sia estetiche, riguardanti unicamente il loro aspetto, che generali, che comprendono cioè anche elementi come la sua funzionalità o la praticità (Neisser, 1976).

### **1.2.1.1 Mappa Cognitiva**

Una mappa cognitiva è una rappresentazione mentale della struttura spaziale di un ambiente (Tolman, 1948). Questa permette di conoscere a fondo un ambiente e di potersi muovere al suo

interno per poter svolgere una serie di compiti, tra cui attività quotidiane molto frequenti come ad esempio ritornare dalla direzione di provenienza, ripercorrere una strada o stimare delle distanze. Una mappa cognitiva ha caratteristiche sia egocentriche che allocentriche e non è determinata da una prospettiva specifica ma può variare in base alla necessità e agli utilizzi del momento.

Per riuscire a mantenere e utilizzare queste mappe cognitive servono anche funzioni della memoria, sia di quella a lungo termine, per poter recuperare le mappe dei diversi ambienti create nel passato, così come funzioni della memoria di lavoro, per poter ad esempio elaborare le informazioni necessarie alla successiva creazione della mappa cognitiva. È un processo dinamico in continua costruzione e cambiamento che, in base allo scopo dell'azione, può cambiare le sue caratteristiche.

La creazione delle mappe cognitive segue regole di economia cognitiva e, per semplificare la raffigurazione, vengono applicate una serie di euristiche. Di conseguenza si possono avere dei bias e delle distorsioni nella rappresentazione su diversi aspetti (come ad esempio la stima delle distanze, o la semplificazione degli angoli diversi in angoli retti) che possono portare a dei successivi errori durante l'utilizzo della mappa cognitiva che si è formata (Costa & Bonetti, 2018).

### **1.2.2 Abilità di orientamento e navigazione**

Abbiamo visto in precedenza cosa sono le abilità visuospatiali e che esse possono essere suddivise in abilità di piccola e di larga scala. Di quest'ultima categoria fanno parte l'orientamento e la navigazione, tutte quelle abilità che permettono di muoversi in uno spazio. Dopo aver discusso di come quest'ultimo viene percepito e categorizzato, in questo paragrafo definiremo le abilità di larga scala e le esamineremo più in dettaglio (Hegarty et al., 2006).

L'orientamento consiste nella capacità di muoversi all'interno di un ambiente. Questa tipologia di abilità sono considerate delle abilità visuospatiali di larga scala (Hegarty et al., 2006).

La navigazione è un movimento coordinato e diretto verso una destinazione finale (Montello, 2005). Non è solo semplice movimento a vuoto ma questo prevede uno scopo o una

destinazione e per arrivarci vengono utilizzate delle strategie e la scelta di un itinerario. È un processo molto complesso in cui le informazioni ricavate devono essere manipolate al fine di potersi muovere all'interno di un ambiente (Wolbers & Hegarty, 2010). Richiede l'utilizzo di diversi sensi: principalmente la vista, per poter vedere i riferimenti necessari per la navigazione o eventuali ostacoli lungo il cammino, ma anche altri sensi come ad esempio può essere l'udito, che permette di sentire rumori e suoni utili alla navigazione o pericoli lungo il percorso.

Il processo di navigazione prevede numerosi passaggi che vanno dalla codifica delle informazioni spaziali presenti nell'ambiente circostante alla navigazione e al movimento vero e proprio (Hegarty et al., 2006). Esistono grandi differenze tra gli individui nelle abilità di navigazione e queste possono sorgere e trovarsi in diversi momenti e passi di questo processo. Alcune di queste diversità nelle abilità di navigazione possono essere infatti spiegate dalle differenze individuali nelle abilità visuospatiali di piccola scala viste in precedenza. Ad esempio, buone abilità di rotazione mentale possono portare a buone prestazioni durante compiti di navigazione in uno spazio, in quanto questa tipologia di abilità di piccola scala può influenzare la navigazione quando questa è basata su una rappresentazione globale dell'ambiente e utilizza un continuo controllo di un punto fisso astratto di riferimento (ad esempio un punto cardinale come il nord) e una successiva "rotazione mentale" dell'ambiente per mantenere le relazioni esatte con il riferimento scelto (Malinowski, 2001).

Le informazioni spaziali ricavate grazie alla navigazione in un ambiente portano alla creazione di una mappa cognitiva dello spazio in cui ci si muove (Tolman, 1948). Questa può essere successivamente utilizzata per completare diversi compiti d'orientamento.

La navigazione in un ambiente avviene grazie a due diverse sottocomponenti del movimento: la locomozione, che consiste nella parte più percettiva e il *wayfinding*, ovvero un movimento pianificato verso un obiettivo (Golledge, 1999; Montello, 2005). La locomozione è un movimento che coinvolge tutte le azioni del corpo nelle immediate vicinanze. È la componente

percezione della navigazione, ha una tipologia di rappresentazione centrata sul soggetto, assume una prospettiva egocentrica ed è un aspetto importante nel movimento in quanto permette di evitare cadute e ostacoli (Montello, 2005).

### 1.2.2.1 Wayfinding

La seconda componente della navigazione, oltre alla locomozione, consiste nel *wayfinding*. Il termine *wayfinding* è definito per la prima volta da Lynch (1960) come il processo di determinare e seguire un percorso o una strada da un'origine ad una destinazione. Consiste cioè nel navigare da un punto di partenza verso una meta finale attraverso un movimento pianificato ed efficiente nello spazio circostante (Montello, 2005). Ricerca, esplorazione, scelta e svolgimento del percorso sono esempi di processi implicati nelle abilità di *wayfinding*, che consiste in un'attività utilizzata di continuo nella vita di tutti i giorni. La meta della navigazione non è nelle immediate vicinanze e percepibile dal punto di partenza, perciò c'è bisogno di decidere l'itinerario migliore tenendo in considerazione diversi elementi dell'ambiente circostante. Tra di questi troviamo ad esempio la distanza, il dislivello o la tipologia di percorso da percorrere attraverso l'utilizzo della memoria a lungo termine, per ambienti conosciuti, o specifiche strategie ed euristiche da applicare in luoghi sconosciuti (Wiener, Büchner & Hölscher, 2009).

Il *wayfinding* non consiste unicamente in percezione di stimoli ma è un processo complesso in quanto c'è bisogno di una pianificazione della rotta e del percorso da compiere. Richiede perciò l'utilizzo di diverse abilità cognitive tra cui ad esempio la memoria di lavoro, per elaborare gli stimoli percepiti nell'ambiente, le abilità visuospatiali, la capacità di rappresentazione dello spazio circostante nonché anche aspetti emotivi, come l'ansia spaziale, che permettono o meno il muoversi senza problemi in un ambiente non conosciuto (Wolbers and Hegarty, 2010).

Wiener, Büchner e Hölscher (2009) hanno proposto una tassonomia dettagliata nel tentativo di classificare le diverse tipologie dei compiti di *wayfinding* esistenti e le loro caratteristiche (Figura 1.2). Uno dei fattori chiave su cui si basa questa classificazione è la relativa conoscenza

dell'individuo riguardo allo spazio in cui avviene il compito di *wayfinding*. La conoscenza dello spazio si divide in tre livelli: conoscenza della destinazione (un punto nello spazio), conoscenza del percorso (una sequenza di punti, un percorso verso una destinazione) e conoscenza dell'area (relazione spaziale tra diversi oggetti).

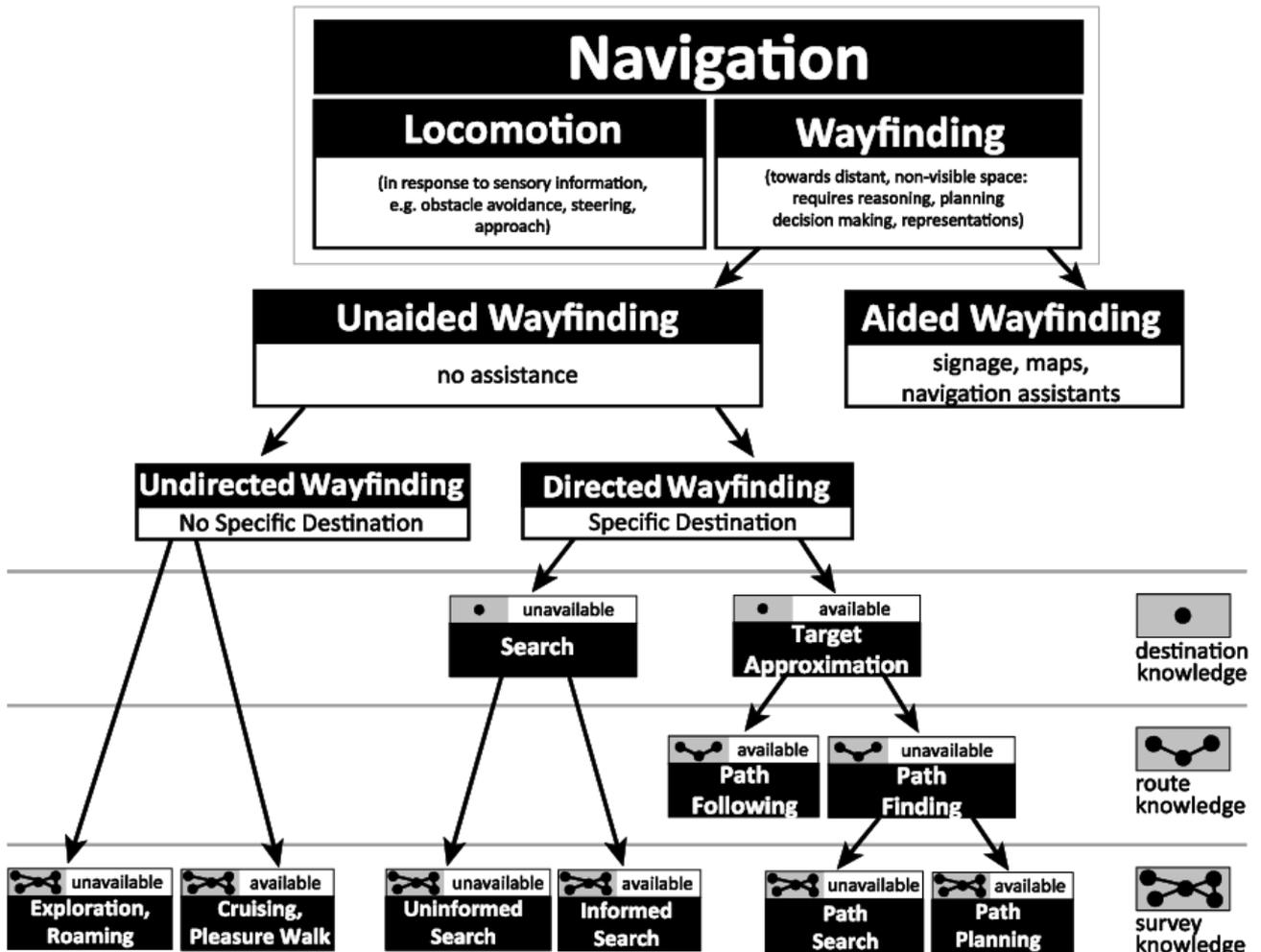


Figura 1.2 - Tassonomia dei compiti di wayfinding proposta da Wiener, Büchner e Hölscher (2009). La classificazione si basa sull'esistenza di un aiuto esterno, di una specifica destinazione e sui diversi livelli di conoscenza dello spazio in cui avviene la navigazione

Una prima distinzione si ha tra compiti di *wayfinding* assistiti o meno (*aided wayfinding* o *unaided wayfinding*), cioè compiti con o senza l'utilizzo di aiuti esterni come ad esempio segnali, cartine o dispositivi GPS di vario tipo. Ci sono differenze riguardo agli sforzi cognitivi implicati in queste due diverse tipologie di compiti: la navigazione assistita richiede processi cognitivi che consentono di elaborare i diversi aiuti disponibili (i segnali o le indicazioni) o abilità di lettura e

interpretazione della mappa durante il percorso (identificazione dei simboli, rotazione mentale di oggetti o localizzazione). La navigazione non assistita invece, richiede processi differenti tra cui il prendere decisioni, memorizzare, imparare e pianificare il percorso da compiere.

All'interno della navigazione non assistita troviamo un'ulteriore suddivisione in base alla tipologia di destinazione del compito: se specifica (navigazione diretta) o meno (navigazione indiretta, ovvero attività d'esplorazione o piacevoli camminate senza una meta specifica). Come si può vedere dalla Figura 1.2, un ulteriore passo della classificazione si basa sulla conoscenza o meno di tre diversi livelli dello spazio che si affronta: la destinazione, il percorso e l'ambiente (Siegel and White, 1975). In base alla diversa conoscenza o all'ignoranza di queste tre variabili si hanno varie tipologie di attività di *wayfinding* possibile con diverse caratteristiche e diversi processi coinvolti. Un esempio può essere il *path search*, che si riferisce ad una navigazione in cui è nota la destinazione ma non si hanno conoscenze dell'ambiente e del percorso, ciò richiede l'utilizzo di euristiche specifiche, un approccio iterativo e risorse attentive continue al fine di raggiungere la destinazione (Wiener, Büchner & Hölscher, 2009). Al contrario un altro esempio è quello della ricerca informata (*informed search*) in cui non è nota la destinazione ma lo è l'ambiente circostante e questo porta a dover effettuare una ricerca continua attraverso gli elementi dell'ambiente al fine di ottimizzare la prestazione e quindi ad un diverso tipo di processi e abilità richiesti durante la navigazione. Così come in questi due casi, anche nelle diverse combinazioni degli altri livelli si ha l'implicazione di vari processi cognitivi e di caratteristiche uniche per avere successo nella navigazione e completare il compito di *wayfinding* specifico, che risulta essere un'attività molto complessa con diversi problemi e differenti meccanismi coinvolti in base alla relativa conoscenza pregressa dello spazio circostante.

Questa classificazione si basa su una conoscenza dello spazio generalmente memorizzata prima della navigazione (quando questa è conosciuta), ma un individuo può imparare e apprendere nuove informazioni sull'ambiente durante il compito di *wayfinding* (Wiener et al., 2009).

### 1.2.2.2 Rappresentazione dello spazio e strategie di navigazione

Al fine di potersi muovere in un ambiente ed applicare le abilità di navigazione appena discusse, diverse ricerche hanno mostrato come venga utilizzata e creata una rappresentazione mentale dello spazio circostante in modo da semplificare questo processo. Alcuni studi hanno trovato a riguardo due diverse tipologie di rappresentazione dello spazio: la prima viene chiamata conoscenza di tipo *survey* mentre la seconda conoscenza di tipo *route* (O'Keefe & Nadel, 1978; Russell & Ward, 1982; Siegel & White, 1975; Zimring, 1981). Da queste si arriva a due diverse strategie con analoghe caratteristiche della rappresentazione di riferimento utilizzate per la navigazione e il *wayfinding*. Per quanto riguarda la rappresentazione *survey* e la conseguente omonima strategia, questa si basa sull'utilizzo di una mappa cognitiva dell'ambiente in cui ci si muove. Questa è creata con una visione allocentrica dell'ambiente, ovvero una rappresentazione basata su una visione globale e generale in cui gli oggetti sono rappresentati in base alle loro proprietà spaziali e alle loro relazioni con altri oggetti e ciò che li circonda e dove i riferimenti spaziali utilizzati sono fissi, come ad esempio può essere l'utilizzo dei punti cardinali e del nord. In essa vengono perciò mantenute le relazioni spaziali tra i diversi elementi al suo interno in quanto tutti hanno come riferimento lo stesso punto fisso e stabile. Tutte queste informazioni sono i riferimenti che vengono successivamente utilizzati per la navigazione. Oltre alla strategia e alla rappresentazione *survey* esiste una seconda tipologia, la strategia *route*. Questa al contrario deriva da una rappresentazione egocentrica dello spazio e perciò da un punto di vista del soggetto (Lawton, 1994). È una prospettiva che si basa sulla conoscenza del percorso, del luogo e utilizza come riferimenti elementi che vengono chiamati *landmark*, che consistono in oggetti unici, salienti, persistenti e informativi che aiutano l'orientamento e diventano dei punti di riferimento su cui si basa nella navigazione (Lynch, 1960).

Queste due strategie stanno quindi alla base e influenzano le capacità di *wayfinding* e i risultati in compiti di navigazione in un ambiente. Entrambe risultano essere efficaci ma alcuni studi

hanno mostrato come la strategia di tipo *route* risulta essere più incline ad errore e questo è dovuto alla maggiore possibilità di cambiamenti lungo il percorso in quanto i riferimenti utilizzati non sono fissi ma mutabili e possono variare nel tempo. Al contrario la strategia *survey* si basa su riferimenti sicuri e stabili e perciò risulta essere più efficace nella navigazione e meno incline ad errore.

Una rappresentazione dello spazio non esclude l'altra, infatti già da un primo incontro con un nuovo ambiente si creano entrambe le raffigurazioni. Di conseguenza non viene utilizzata sempre e solo una strategia ma, in base agli elementi disponibili o alle necessità del momento, viene scelta la più adatta. Inoltre, il passaggio da una tipologia all'altra avviene con molta facilità (Ishikawa & Montello, 2006).

La ricerca sulle differenze di genere riguardo le abilità di orientamento non ha portato a risultati così certi come è successo per le abilità visuospaziali. Esiste però la conferma di diversi studi riguardo alla diversa preferenza per il tipo di rappresentazione e strategia spaziale utilizzata. Le donne infatti hanno una preferenza per la scelta e l'utilizzo della strategia d'orientamento di tipo *route*, basata sul percorso e l'utilizzo dei *landmark* come riferimenti, mentre al contrario gli uomini utilizzano più frequentemente la prospettiva di tipo *survey*, basata su riferimenti più globali. Questo porta ad una conseguente differenza di genere nelle abilità di *wayfinding* in quanto queste derivano dal tipo di strategia d'orientamento utilizzato. Data la minor efficacia della strategia *route* rispetto alla strategia *survey* nella navigazione, si hanno peggiori prestazioni del genere femminile in questo tipo di attività rispetto al genere maschile (Lawton, 1994; Lawton et al., 1996).

### **1.2.3 Sistemi di riferimento spaziale**

L'applicazione delle strategie di navigazione appena discusse si basa su un sistema di riferimento spaziale, cioè un sistema di coordinate attraverso il quale il sistema nervoso centrale rappresenta la posizione di un oggetto nello spazio (Gaunet & Berthoz, 2000). Esistono diversi sistemi di riferimento spaziale che vengono utilizzati dall'uomo a seconda del tipo di attività da svolgere, della cultura, dell'età, del genere o di altri fattori (Di Tore, 2016; Di Tore 2014). Un

esempio è il sistema egocentrico che dà informazioni sulla posizione di un oggetto nello spazio usando come riferimento il sistema di assi dato dal corpo del soggetto. La posizione di un oggetto è quindi sempre relativa alla posizione del soggetto che lo percepisce e tutte le informazioni ricavate ed elaborate derivano da una prospettiva basata su di esso. Nel sistema di riferimento allocentrico invece, l'informazione relativa ad un oggetto nello spazio è elaborata tramite il riferimento di un altro oggetto e punti di riferimento più stabili e globali. Lo spazio in questo modo viene visto come un luogo in cui svolgere l'azione (Berthoz, 2013).

Dopo aver esaminato nel dettaglio le abilità visuospatiali e tutte le componenti della navigazione e delle abilità orientamento, nella parte finale del capitolo si parlerà di un argomento leggermente diverso sempre nell'ambito spaziale, ovvero le attitudini spaziali. In particolare in cosa consistono e di come queste possono influenzare o meno la performance in diversi compiti di navigazione spaziale

### **1.3 Attitudini spaziali**

Con il termine attitudini spaziali ci si riferisce ad una serie di disposizioni che un individuo possiede riguardo compiti di natura spaziale. Tra di queste possiamo trovare caratteristiche come l'ansia spaziale, il senso della direzione (Pazzaglia & Meneghetti, 2017) o il provare piacere (o meno) nell'esplorare posti sconosciuti (Meneghetti et al., 2014).

Esiste una relazione tra attitudini spaziali, le abilità visuospatiali e quelle di orientamento e *wayfinding*. (Hegarty et al., 2006; Pazzaglia et al., 2018). Inoltre, le attitudini spaziali possono influenzare la valutazione e il giudizio personale che un individuo può avere riguardo alle sue capacità in compiti di natura spaziale. Questa autovalutazione spaziale che ne deriva può essere di valenza positiva o negativa. La connotazione positiva è dovuta da un buon senso della direzione e dal provare piacere nell'esplorare posti sconosciuti. Un'autovalutazione spaziale negativa è causata invece dal provare un forte senso di ansia spaziale durante lo svolgimento di alcune attività o dalla preferenza per esplorare posti noti e conosciuti al posto di cimentarsi nell'esplorazione di posti

nuovi. Un'autovalutazione spaziale positiva migliora l'autostima e il senso di autoefficacia percepito e di conseguenza contribuisce ad un miglioramento delle prestazioni in compiti spaziali (Meneghetti et al., 2014) in particolare nelle abilità di wayfinding (Pazzaglia et al., 2017).

Alcuni studi hanno dimostrato che esiste una differenza di genere per quanto riguarda l'ansia spaziale provata. Le donne misurano maggiori livelli di ansia spaziale percepita durante compiti di navigazione in un ambiente (Lawton, 1994). Una causa possibile di questo fenomeno sta nella scelta del tipo di strategia utilizzata per l'orientamento. Le donne hanno infatti una preferenza per la scelta di una strategia *route*, basata sul percorso, che porta a maggior incertezza nella navigazione e quindi ad una probabilità maggiore di perdersi o commettere errori. Questo porta a delle conseguenze pratiche negative (come la perdita di tempo o la distanza percorsa maggiore) e ad un conseguente aumento dell'ansia spaziale riguardo a futuri compiti di navigazione in un ambiente.

L'ansia spaziale può avere inoltre delle conseguenze psicologiche che colpiscono l'autostima percepita e la motivazione personale per esplorare posti sconosciuti. Gli errori commessi durante la navigazione che possono essere causati da alti livelli di ansia spaziale portano infatti ad un impatto negativo sull'autostima dell'individuo diminuendo così la motivazione nell'affrontare nuovamente compiti esplorativi simili. Al contrario, bassi livelli d'ansia spaziale e attitudini spaziali positive aumentano l'autostima percepita, portando a conseguenze psicologiche positive e migliori risultati in compiti esplorativi nonché a maggior piacere nel navigare in un ambiente.

L'ansia spaziale risulta essere presente in livelli minori in soggetti anziani. E' stato trovato inoltre un maggior utilizzo di strategie di navigazione del tipo *survey* in questa categoria di soggetti (Lawton, 1994). Questa diminuzione dei livelli d'ansia può derivare da una maggiore esperienza individuale acquisita su compiti di *wayfinding* dovuta allo trascorrere del tempo che porterebbe ad una maggior familiarità con compiti di natura simile ed una conseguente diminuzione del senso d'ansia spaziale percepita.

## **1.4 Conclusione**

In questo capitolo si è visto e definito che cosa sono le abilità visuospatiali, come queste si sviluppano e la loro relazione con altre funzioni cognitive. In particolare si è trattato delle abilità visuospatiali sia di piccola scala, quelle che prevedono la manipolazione di oggetti di piccole dimensioni come le abilità di rotazione mentale o di visualizzazione spaziale, che di quelle di larga scala, ovvero tutte le abilità di navigazione, orientamento e *wayfinding* che permettono di muoversi all'interno di un ambiente. Infine, si è parlato di attitudini spaziali e dell'influenza che queste possono avere in compiti di navigazione.

Tutte queste variabili individuali, ovvero le diverse abilità visuospatiali, i compiti di orientamento e *wayfinding* così come le differenti attitudini e comportamenti spaziali, hanno un'influenza reciproca importante (Hegarty et al., 2006) e la relazione data dall'unione di tutti questi fattori permette e favorisce le più complesse capacità di navigazione in un ambiente.

Questi compiti vengono applicati in diversi contesti della vita quotidiana. Nel prossimo capitolo andremo a vedere come queste abilità e attitudini, insieme ad altre funzioni cognitive, vengono utilizzate nell'ambito della pratica sportiva e dell'attività fisica e quali sono gli effetti e le conseguenze che ne derivano. In particolare andremo poi a parlare dello sport dell'orienteeing, un'attività che richiede abilità, attitudini e competenze nel campo della navigazione in un ambiente sconosciuto e in cui il loro utilizzo è di fondamentale importanza.



## **CAPITOLO 2**

### **ABILITA' COGNITIVE NELLA PRATICA SPORTIVA: LO SPORT DELL'ORIENTEERING**

L'orienteering è uno sport individuale di resistenza in cui l'obiettivo consiste nel navigare attraverso una serie ordinata di punti di controllo nel minor tempo possibile. Questo prevede compiti di orientamento e navigazione nell'ambiente e coinvolge diverse funzioni a livello cognitivo. Questo capitolo ha lo scopo di esaminare la relazione tra questa disciplina e i diversi processi cognitivi coinvolti durante la pratica.

Nella prima parte si tratterà in modo più generico di esercizio fisico, pratica sportiva e abilità cognitive. In modo particolare di come l'attività motoria può influenzare queste funzioni, dei benefici che questa può portare a livello cognitivo e dei diversi fattori che possono influenzare questa relazione. Un approfondimento particolare riguarderà le abilità visuospatiali e i compiti di orientamento e navigazione.

Successivamente, nella seconda parte del capitolo, si parlerà nello specifico dello sport dell'orienteering, spiegando inizialmente come funziona e in cosa consiste e, in seguito, della relazione che le diverse abilità visuospatiali e funzioni cognitive hanno con questa disciplina, esaminando in dettaglio i diversi processi coinvolti e le varie strategie e tecniche utilizzate per facilitare l'orientamento e migliorare la performance sportiva.

Infine, si parlerà delle varie attitudini spaziali esistenti sempre nell'ambito dell'orienteering, esaminando in cosa queste consistono e come possono essere in relazione con compiti di navigazione e con questa particolare disciplina sportiva.

#### **2.1 Sport e Cognizione**

Lo sport e l'esercizio fisico hanno degli effetti benefici sull'organismo in diversi ambiti: a

livello fisiologico, grazie agli effetti dati dal movimento, a livello cognitivo, migliorando lo sviluppo e il mantenimento delle abilità cognitive generali (Kramer & Erickson, 2007) e infine a livello psicologico e sociale contribuendo al benessere dell'individuo a tutte le età (Hassmen, Koivula & Uutela, 2000).

I benefici dell'attività fisica sono quindi numerosi e coinvolgono diversi domini. Per quanto riguarda la sfera fisiologica, la pratica sportiva riduce il rischio di tumori e di malattie cardiovascolari [aiutandone sia la prevenzione che il recupero (Kubolta et al., 2017)], migliora le qualità polmonari, porta a benefici a livello muscolo-scheletrico e previene l'obesità aiutando a controllare il peso (Dishman et al., 2006; Mandolesi, 2017; Kramer & Erickson, 2007). Inoltre, grazie all'esercizio fisico si misurano anche variazioni positive nei livelli di ossigeno nel sangue, in quelli di serotonina (il neurotrasmettitore associato al buon umore), nei livelli di beta endorfine (sostanze analgesiche ed eccitanti) e di dopamina, provocando generalmente un senso di euforia e rilassamento (Herring, Lindheimer & O'Connor, 2014).

L'attività fisica è ricca di stimoli fisiologici e ambientali (cognitivi, sensoriali, sociali e motori) e questi causano l'attivazione di diversi circuiti cerebrali producendo un cambiamento sia a livello molecolare (produzione di sostanze neurotrofiche) che a livello cellulare nella struttura cerebrale, modificandone le funzioni e stimolando così la neuroplasticità cerebrale grazie allo sviluppo di nuovi neuroni e nuove sinapsi (neurogenesi e sinaptogenesi) (Mandolesi, 2017).

Grazie a questa produzione di nuove sinapsi e all'aumento della plasticità neuronale, si ha un maggior apprendimento motorio e percettivo causato dall'adattamento del cervello a nuovi stimoli ambientali dati dalla pratica sportiva (Kramer & Erickson, 2007). Ad esempio, in uno studio Colcombe et al. (2006) hanno visto come un programma di allenamento aerobico di sei mesi in persone anziane abbia portato ad un aumento del volume sia della materia grigia che della materia bianca principalmente nelle regioni corticali prefrontali e temporali (aree cerebrali associate a funzioni inibitorie e della memoria a lungo termine) portando ad un miglioramento delle abilità

cognitive, mnestiche ed esecutive. Lo sviluppo di queste aree corticali dovuto all'esercizio fisico agisce come effetto neuroprotettivo nell'invecchiamento e aiuta a prevenire la comparsa di malattie degenerative come il morbo d'Alzheimer o sindromi come la schizofrenia (Larson et al., 2006; Mortimer & Stern, 2019).

Queste modificazioni plastiche a livello cerebrale, oltre a provocare effetti positivi per la salute dell'organismo a livello fisiologico, portano a delle conseguenze anche sul piano cognitivo causando un miglioramento di diverse abilità (come ad esempio funzioni esecutive, flessibilità cognitiva o funzioni mnestiche) (Kramer & Erickson, 2007) che esamineremo in dettaglio nel prossimo paragrafo.

Infine, l'attività fisica porta a dei benefici anche a livello sociale: prima di tutto si hanno delle conseguenze nella sfera emotiva, come la diminuzione dei livelli di depressione, paura, stress e ansia percepite (Byrne & Byrne, 1993) e provoca un aumento dei livelli di autostima, un miglioramento delle abilità sociali e dell'empatia favorendo l'integrazione sociale (grazie ad esempio al contatto con i compagni di squadra e l'ambiente sportivo). Tutto questo di conseguenza porta ad un miglioramento dello stato di salute e di benessere percepito dall'individuo (Hassmen et al.; 2000).

Questo vale in modo particolare per attività fisiche di tipo aerobico (Kramer & Erickson, 2007) ovvero attività a bassa intensità e di lunga durata che implicano l'utilizzo di ossigeno nei muscoli per produrre l'energia necessaria durante la pratica (Cooper, 1968) e portano a maggiori benefici per l'organismo.

### **2.1.1 Attività fisica e abilità cognitive**

Tra tutti i benefici causati dal movimento e dalla pratica sportiva, andremo ad esaminare in dettaglio i cambiamenti che questa può provocare a livello cognitivo.

Come abbiamo visto, l'attività fisica praticata per lungo tempo porta ad una serie di cambiamenti plastici a livello cerebrale che influenzano le abilità cognitive dell'individuo (Kramer

& Erickson, 2007).

I benefici cognitivi portati dalla pratica sportiva dipendono da diversi fattori (tra cui ad esempio lo sport praticato o il livello di esperienza dell'atleta) e portano a dei miglioramenti in domini e funzioni differenti. Esistono risultati contraddittori sul modo in cui l'allenamento di una specifica abilità durante il suo utilizzo nella pratica sportiva causa cambiamenti a livello cognitivo. Secondo la teoria del Cognitive Skill Transfer (CST), ovvero del trasferimento delle abilità cognitive, l'allenamento di una certa capacità può portare al miglioramento di un'altra ad essa collegata. Diversi modelli sono stati proposti a riguardo e una prima ipotesi si riferisce ad un trasferimento di abilità a “stretto” raggio, ovvero all'idea che individui esperti in una certa attività possono avere abilità cognitive superiori in quel campo ma non in altri al di fuori di esso (Furley & Memmert, 2011). Al contrario, l'ipotesi del trasferimento ad “ampio” raggio suggerisce che il miglioramento dovuto alla pratica porta a delle conseguenze positive anche in altre componenti cognitive collegate, ma non direttamente presenti in quel determinato contesto (Furley & Memmert, 2011). I diversi studi esistenti mostrano risultati contraddittori e di conseguenza la ricerca non ha ancora trovato una sintesi comune delle diverse ipotesi e modelli a riguardo (Jacobson & Matthaesus, 2014). In conclusione: è di generale accordo che la pratica sportiva porta a benefici in processi cognitivi ma non è ben chiaro come questo trasferimento da un'abilità all'altra avvenga (Jacobson & Matthaesus, 2014).

Allenarsi continuamente in un certo ambiente attiva una serie di processi cognitivi specifici che diventano sempre più efficienti con la pratica (Ozel, Larue & Molinaro, 2004). L'effetto benefico nello svolgimento di compiti cognitivi prodotto dalle risposte fisiologiche dell'organismo (attivazione e cambiamenti) dovute all'attività e all'esercizio fisico che abbiamo appena elencato, ha un effetto sia durante lo svolgimento dell'attività sportiva che successivi al termine della pratica, diventando persistenti e duraturi nel tempo (Chang et al., 2012).

Vedremo in particolare l'influenza che l'attività fisica ha in due diverse categorie di compiti

cognitivi: le funzioni esecutive e le abilità visuospatiali.

### **2.1.1.1 Esercizio fisico e funzioni esecutive**

Il maggior beneficio a livello cognitivo dato dall'esercizio fisico si ha nelle funzioni esecutive, ovvero tutte quelle capacità che permettono di regolare i vari processi del sistema cognitivo (e.g., pianificazione, controllo, coordinazione) (Jacobson & Matthaeus, 2014).

Gli effetti benefici nelle funzioni esecutive dati dalla loro relazione con la pratica sportiva si vedono in attività che prevedono il loro utilizzo, come ad esempio compiti di problem solving o di inibizione. Il problem solving richiede la pianificazione di una strategia per arrivare ad un obiettivo o superare una difficoltà grazie all'utilizzo di diverse tecniche e funzioni esecutive (pianificazione, esecuzione, ragionamento). Gli atleti, durante le loro prove, devono costantemente risolvere problemi per raggiungere i loro obiettivi e di conseguenza utilizzare ed elaborare strategie di problem solving, portando ad un conseguente rafforzamento di queste abilità. Un altro esempio riguarda invece i compiti di inibizione, cioè attività che richiedono la soppressione di una risposta o di un'informazione irrilevante per svolgere correttamente il compito. Questo risulta molto frequente durante la pratica sportiva per eliminare eventuali distrazioni o stimoli non importanti per la performance e permettere all'atleta di focalizzarsi sulla prestazione da compiere (Jacobson & Matthaeus, 2014).

### **2.1.1.2 Pratica sportiva e abilità visuospatiali**

L'effetto positivo causato dall'allenamento fisico e dalla pratica sportiva ha delle conseguenze anche sulle abilità visuospatiali. Diversi studi hanno infatti trovato che le prestazioni da parte di atleti in compiti visuospatiali sono migliori in confronto ad individui non praticanti alcuna attività sportiva (Voyer & Jansen, 2017).

Grazie all'esperienza data da anni di allenamenti e di attività fisica, gli atleti sviluppano un alto grado di competenza motoria e acquisiscono molta pratica in compiti che coinvolgono l'utilizzo

di elementi spaziali. L'atleta, per poter svolgere la sua prova, deve costantemente processare informazioni spaziali di vario tipo (che cambiano in base alla diversa disciplina praticata) tra cui ad esempio codificare ed elaborare informazioni dell'ambiente, localizzare i compagni di squadra o gli avversari nel campo di gioco oppure identificare un bersaglio da colpire o una posizione nello spazio in cui muoversi. Lo sport può essere considerato quindi come una forma di allenamento visuospatiale che porta ad un conseguente miglioramento generale di queste abilità nell'atleta (Ozel et al., 2004).

L'allenamento costante in una disciplina sportiva sviluppa le abilità che permettono di elaborare sia gli stimoli che le relazioni tra diversi oggetti secondo parametri spaziali (Ozel et al., 2004). La rappresentazione dell'ambiente, la pianificazione del movimento e l'esecuzione del gesto sportivo richiedono quindi la giusta elaborazione delle informazioni, dello spazio e delle relazioni al suo interno da parte del sistema sensoriale. Programmare un movimento richiede l'abilità di gestire le relazioni e i parametri spaziali sia vicini che distanti. La rappresentazione dello spazio per poter eseguire l'azione, necessita di un'elaborazione delle diverse dimensioni spaziali (come la linea orizzontale e verticale) da parte del sistema sensoriale e motorio (Berthoz, 1987). Lo sviluppo di tutte queste abilità spaziali dovute all'allenamento sportivo portano ad un conseguente miglioramento in compiti visuospatiali (Ozel, et al., 2004).

Tra le diverse abilità visuospatiali il maggior effetto dato dalla competenza motoria si ha in compiti di percezione spaziale (Voyer & Jansen, 2017). Questo può essere dovuto dal fatto che questi, per un corretto svolgimento, richiedono l'utilizzo anche di altri indizi cinestetici (Linn & Petersen, 1985) e di conseguenza può portare ad un vantaggio da parte di atleti con alta competenza motoria in quanto più abituati nell'utilizzare stimoli ed indizi di questo tipo (Voyer & Jansen, 2017). Per quanto riguarda invece le abilità di rotazione mentale: i processi motori implicati nella pratica sportiva e nell'esercizio fisico vengono utilizzati anche in questa tipologia di compiti. Per effettuare una rotazione mentale, l'individuo programma l'azione attivando i processi pre-motori, la

pianificazione e l'anticipazione dell'azione. Questi stessi meccanismi vengono utilizzati e allenati durante l'attività sportiva portando quindi ad un conseguente miglioramento in queste abilità (Ozel et al., 2004; Barnes et al., 2000; Wohlschläger & Wohlschläger, 1998).

### **2.1.2 Abilità cognitive e tipologia di sport praticato**

Un fattore che modera l'influenza della pratica sportiva sulle abilità cognitive degli atleti è la tipologia di sport da essi praticato. Sono state proposte diverse classificazioni per distinguere i vari tipi di discipline sportive esistenti. Attraverso una meta-analisi, Voss et al. (2010) distinguono diverse tipologie di sport: da un lato ci sono gli sport definiti statici (chiamati anche *self-paced* o *closed-skills*), quelle discipline praticate in situazioni stabili con eventi prevedibili che constano di movimenti ripetitivi e focalizzati solo sul gesto tecnico (come il nuoto o il ciclismo), mentre dall'altro troviamo gli sport *open-skills*, (o *externally-paced*), in cui la situazione è in continuo cambiamento e all'atleta è sempre richiesta anticipazione, elaborazione della situazione e rapide decisioni (Singer, 2000). Questi sport si dividono ulteriormente in *interceptive sport*, dove è fondamentale una coordinazione costante tra il corpo dell'atleta e l'ambiente o l'avversario (attività come ad esempio il tennis o la scherma) e sport strategici, in cui avviene un cambiamento continuo e imprevedibile della situazione che richiede contemporaneamente l'elaborazione di diversi elementi del gioco e veloci reazioni agli eventi (come negli sport di squadra) (Voyer & Jansen, 2017).

Gli sport statici richiedono all'atleta di focalizzarsi soprattutto su se stesso e sulla sua prestazione in quanto la situazione di gioco è tendenzialmente prevedibile senza cambiamenti improvvisi e il focus attentivo è principalmente sul gesto tecnico in corso. Negli sport *open-skills* invece, l'attenzione è divisa tra l'atleta e l'ambiente circostante in continuo cambiamento. In entrambe le tipologie di sport sono coinvolti numerosi processi cognitivi (e.g., elaborazione, attenzione, esecuzione) ma negli sport *open-skills* all'atleta è richiesto maggior adattamento alla situazione in continuo cambiamento e perciò le abilità cognitive coinvolte devono essere più flessibili e in numero maggiore al fine di gestire le situazioni di gioco che si vengono a creare

(Voyer & Jansen, 2017). Di conseguenza, atleti praticanti sport open-skills traggono benefici maggiori dovuti alla pratica a livello cognitivo in diversi domini, tra cui ad esempio le abilità visuospatiali (Voyer & Jansen, 2017) e le funzioni esecutive (Krenn et al., 2018).

Riguardo le abilità visuospatiali, le tipologie di attività fisica che richiedono la manipolazione mentale di movimenti e di elementi motori, cioè che implicano l'elaborazione e la codifica di oggetti nello spazio, portano ad un miglioramento maggiore in compiti visuospatiali rispetto ad altre attività. Gli atleti che traggono il maggior beneficio sono quindi coloro che praticano sport *open-skills*, in particolare negli sport di combattimento, in cui la percezione delle relazioni spaziali e delle posizioni dei corpi nello spazio (della persona e dell'avversario) sono fondamentali per il successo sportivo. Effetti minori si sono visti invece per sport in cui i movimenti sono ripetitivi (gli sport statici o *closed-skills*) in cui le richieste visuospatiali nella pratica sono minori e i movimenti e i gesti tecnici più monotoni (Voyer & Jansen, 2017).

Discipline sportive con un alto coinvolgimento di compiti cognitivi hanno una maggior influenza su queste capacità rispetto a quelle attività che richiedono sforzi cognitivi minori (Schmidt et al., 2016). In ogni caso, tutte le tipologie di attività fisica portano comunque ad un miglioramento sulle abilità visuospatiali e la pratica sportiva risulta quindi essere un efficace allenamento di queste in qualsiasi disciplina, sebbene con maggiori effetti negli sport *open-skills* (Voyer & Jansen, 2017).

### **2.1.3 Esperienza sportiva e sport di alto livello**

I benefici dati dalla pratica sportiva, in particolare quelli riguardanti le funzioni cognitive, hanno effetti diversi in base al grado di esperienza del singolo atleta portando ad una differenza a livello cognitivo tra sportivi di alto livello e atleti principianti (Mann et al., 2007; Voss et al., 2010, Scharfet & Memmert, 2019).

Nella letteratura vengono nominate due diverse tipologie possibili di atleti di alto livello: atleti “esperti” e atleti “élite”. Con atleti “esperti” ci si riferisce ad individui con un'esperienza e un numero di allenamenti sostanzioso che li ha resi competenti nella pratica del loro sport (Ericsson,

Krampe, & Tesch-Römer; 1993). Il termine “élite” fa riferimento invece al circuito di gare in cui l'atleta prende parte e gli atleti élite sono coloro che partecipano alle competizioni di più alto livello o nella massima categoria possibile all'interno del loro sport. (Scharfet & Memmert, 2019). Entrambe le categorie sono considerate di sportivi di alto livello.

Durante una competizione sportiva, agli atleti di alto livello è richiesta una prestazione straordinaria sia nella sfera fisiologica (movimenti e gesti specifici) che nella sfera cognitiva (controllo motorio, percezione e funzioni cognitive) e necessitano quindi di numerose abilità e allenamenti in diversi domini (Scharfet & Memmert, 2019).

Oltre ai benefici derivanti dal continuo allenamento di queste abilità, un altro fattore che può influenzarne il miglioramento è il livello di allenamento dell'atleta: più il suo stato fisico è allenato, maggiore diventa l'effetto sui compiti cognitivi. Questo è dovuto dal fatto che soggetti con una migliore forma fisica richiedono minor risorse a livello neurale per la pratica sportiva e hanno di conseguenza maggiori risorse disponibili per il compito cognitivo (Chang et al., 2012) e atleti di alto livello sono per definizione in uno stato di allenamento migliore rispetto a principianti della disciplina.

Per studiare le abilità cognitive in atleti di alto livello sono stati utilizzati due diversi approcci nella letteratura: il primo si focalizza sulle differenze tra atleti esperti e principianti riguardo abilità e contesti sport-specifici (*expert performance approach* (Starkes & Ericsson, 2003)), mentre il secondo approccio si concentra sulle differenze in test cognitivi generali di più ampio dominio e non solo su caratteristiche specifiche della disciplina (*cognitive component skills approach* (Nougier, Stein, & Bonnel, 1991)).

Per quanto riguarda l'approccio sport-specifico, i risultati in questo campo mostrano che atleti di alto livello hanno migliori risultati rispetto ai meno esperti in compiti sport-specifici e in risposta a stimoli rilevanti per quella determinata disciplina, causando prestazioni più accurate e rapide soprattutto se vengono utilizzati i contesti ambientali che richiamano attività coinvolte nella

pratica sportiva (Mann et al., 2007). Il *cognitive component skills approach* si focalizza invece sull'influenza data dall'esperienza sportiva nei confronti di compiti cognitivi di più ampio dominio e non strettamente sport-specifici (Voss et al., 2010; Nougier et al., 1991; Scharfet & Memmert, 2019).

In generale, unendo entrambi gli approcci di ricerca, si ha un effetto statisticamente significativo a favore degli atleti di alto livello rispetto ad atleti principianti nei risultati di test che misurano le abilità cognitive (Scharfet & Memmert, 2019) confermando che la pratica sportiva porta a dei benefici in queste abilità e risulta un metodo efficace per allenarle. Infatti durante lo svolgimento del gioco o del gesto atletico, le funzioni cognitive coinvolte sono molteplici. Alcuni esempi possono essere le funzioni attentive, fondamentali all'atleta per focalizzare l'attenzione su un particolare stimolo e concentrarsi sul compito inibendo eventuali distrattori presenti, oppure la velocità di elaborazione, necessaria per reazioni veloci e precise nel processare le informazioni durante la pratica così come le funzioni esecutive e le abilità cognitive viste in precedenza (Voss et al., 2010). In tutte queste categorie di funzioni, gli atleti di alto livello hanno ottenuto risultati migliori rispetto ai principianti, in particolar modo in compiti di velocità di elaborazione e compiti attentivi (Voss et al., 2010).

Questo vale per atleti di alto livello in generale. Andando nello specifico, riguardo la differenza tra atleti definiti esperti e atleti élite, nonostante in entrambe le tipologie si misurano questi effetti benefici nelle funzioni cognitive, si ha una differenza statisticamente significativa a favore di sportivi d'élite rispetto ad atleti definiti esperti (Scharfet & Memmert, 2019).

Riassumendo, l'allenamento delle abilità cognitive date dalla pratica sportiva in atleti di alto livello porta ad un miglioramento di queste abilità sia in contesti sport-specifici, con differenze maggiori, che in funzioni più globali, confermando i benefici cognitivi dati dalla pratica sportiva (Mann et al., 2007; Voss et al., 2010, Scharfet & Memmert, 2019).

## 2.2 Lo sport dell'orienteeing

### 2.2.1 Introduzione all'orienteeing

L'obiettivo dello sport dell'orienteeing è quello di svolgere un percorso di gara navigando attraverso una serie ordinata di punti di controllo presenti nel terreno nel minor tempo possibile. Ciò avviene grazie all'utilizzo di una mappa dell'ambiente circostante in cui sono rappresentate, grazie ad una simbologia specifica, informazioni dettagliate del terreno come le curve di livello, il tipo di superficie (che può variare dal terreno boschivo ai centri cittadini) ed eventuali ostacoli o oggetti presenti nell'area (esempio di una carta da orienteeing nella Figura 2.1). Gli strumenti a disposizione del partecipante consistono in una bussola, per aiutare l'atleta ad orientare la carta e mantenere la giusta direzione di navigazione, in un chip elettronico per registrare il passaggio



Figura 2.1: A sinistra un esempio di una carta da Orienteeing con in rosa un tracciato didattico, in alto a destra la legenda della simbologia della mappa e in basso a destra un esempio di un punto di controllo

dell'atleta nei singoli punti di controllo e in una descrizione cartacea (sempre con una simbologia specifica) della posizione dettagliata in cui è localizzato ogni punto di controllo (ovvero il tipo di oggetto su cui si trova, la posizione relativa a questo e il codice identificativo del punto). Questi punti sono segnati in mappa con dei cerchi magenta uniti da delle linee rette e sono fisicamente presenti nel terreno grazie alla posa di un prisma bianco e arancione (Figura 2.1) dotato di un chip che registra il passaggio dell'atleta. Questi punti non si trovano ad una distanza fissa tra di loro ma variabile di volta in volta in base al tracciato. Quando un atleta non passa per tutti i punti previsti dal tracciato o inverte un punto con un altro, viene squalificato dalla gara. La partenza è segnata in mappa con un triangolo mentre l'arrivo è indicato da un doppio cerchio concentrico (Figura 2.1).

Una volta preso il via, l'atleta deve riuscire ad orientarsi nell'ambiente confrontando costantemente le informazioni presenti sulla carta di gara con gli elementi del terreno per poter localizzarsi correttamente e navigare verso il punto di controllo successivo. Ci possono essere diversi percorsi possibili per arrivare ad ogni lanterna (Figura 2.2) e sta all'atleta scegliere il tragitto che ritiene più veloce in termini di tempo valutando le sue caratteristiche personali (come velocità o agilità) e quelle del terreno (come la percorribilità o la lunghezza della tratta). Non sempre il tragitto più breve risulta essere il più veloce.



*Figura 2.2: Esempio di due diverse scelte di percorso (in blu e in rosso) per raggiungere il primo punto dalla partenza. A fianco sono riportate le lunghezze in metri delle due diverse scelte di percorso.*

L'orientista non ha accesso alla mappa con il tracciato di gara prima della partenza e perciò non ha la possibilità di studiare e anticipare il percorso da svolgere (Guzmán, Pablos, A. M., &

Pablos, C., 2008). Questo implica che deve riuscire a prendere decisioni rapide sulla scelta del percorso ottimale da percorrere direttamente durante la navigazione. Gli ambienti in cui si compete possono essere più o meno difficili in termini di navigabilità e questo dipende dalla distinguibilità delle informazioni del terreno: più queste sono riconoscibili, più semplice diventa la navigazione (Eccles, Walsh, & Ingledew, 2002a).

Essendo un'attività complessa effettuata ad una velocità elevata può succedere che l'atleta incorra in un errore con una conseguente perdita di tempo prezioso. Viene considerato da parte dell'atleta un errore di navigazione quando questa non avviene correttamente (si sbaglia strada) o quando si perde tempo aggiuntivo nel trovare il punto di controllo, mentre si parla di errore di scelta quando il percorso effettuato non risulta essere ottimale (Macquet et al., 2012).

### **2.2.1.1 Competizioni di orienteering**

Ci sono diverse tipologie di competizioni con lunghezza e durata variabili che richiedono abilità e strategie differenti da parte dell'atleta. Nelle gare più corte di 15 minuti circa (chiamate "Sprint distance"), svolte prevalentemente in città, è importante la velocità sia a livello fisico che nella lettura della mappa e nel prendere decisioni riguardo il percorso da compiere. Nelle gare più tecniche su terreni boschivi (le "Middle distance"), della durata di circa mezz'ora, i percorsi sono molto complessi a livello di navigazione e richiedono buone abilità di lettura della mappa. Infine, le gare più lunghe (le "Long distance") durano più di 80 minuti e di conseguenza l'atleta necessita di molta resistenza fisica ed è importante che riesca a compiere delle buone scelte di percorso tra i diversi punti di controllo. Esistono inoltre due tipologie di gare a staffetta, gare in cui un atleta corre individualmente (partendo in gruppo con i primi frazionisti delle altre squadre) e al termine della sua prova dà il cambio al compagno di squadra, e consistono nella staffetta classica su terreni boschivi, in cui ogni squadra è composta da tre diversi atleti dello stesso sesso e nella "Sprint Relay", una staffetta a distanza "Sprint" composta da una squadra mista con due uomini e due donne.

### 2.2.2. Abilità e processi coinvolti durante la pratica dell'orienteeing

Durante la pratica dell'orienteeing sono coinvolte numerose funzioni e per questo motivo questo sport richiede grandi capacità sia a livello fisico che a livello mentale.

Dal punto di vista fisico, questi atleti corrono su diverse tipologie di terreno: da quello grezzo boschivo alle strade asfaltate in città. Una prova di orienteeing corrisponde ad uno sforzo aerobico simile a quello richiesto per gare di atletica di media distanza a cui si aggiunge l'elemento del terreno sconnesso (Millet et al., 2010). Questi atleti devono quindi possedere una buona preparazione fisica di base, molta forza muscolare e tanta agilità per potersi adattare alle diverse superfici.

Oltre alla preparazione atletica e alla forma fisica, per aver una buona prestazione e riuscire nella navigazione con successo, questi atleti necessitano di altre abilità di tipo cognitivo. Queste comprendono una buona capacità di lettura della mappa, molta concentrazione, abilità nel prendere decisioni veloci per scegliere quale sia il percorso migliore da compiere e riuscire a confrontare le immagini ricavate dalla mappa con il terreno circostante, il tutto cercando di mantenere un'alta velocità di corsa (Millet et al., 2010; Di Tore, 2016). Nello specifico, l'orientista dev'essere in grado di interpretare una situazione e, in base alle informazioni in suo possesso, prendere decisioni riguardo la navigazione in tempi molto ristretti. Inoltre, per collocarsi correttamente lungo il percorso e nell'ambiente, deve riuscire a trasformare la rappresentazione in due dimensioni raffigurata sulla mappa e confrontarla con le informazioni tridimensionali presenti nel terreno (Eccles et al., 2002a). Gli atleti esperti della disciplina differiscono dai principianti, oltre che per le migliori abilità fisiche dovute all'allenamento costante, per la quantità e la qualità degli elementi che selezionano dalla mappa per effettuare la navigazione (Mottet, Eccles & Saury, 2016).

E' considerata una disciplina *open-skills* in quanto la situazione è in continuo cambiamento e l'atleta deve costantemente elaborare una serie di informazioni dell'ambiente per avere successo (Notarnicola et al., 2012). L'utilizzo di diversi processi e abilità la rendono una disciplina sportiva

che porta a numerosi benefici per l'organismo. Alcuni studi hanno mostrato come programmi di allenamento specifici che prevedono la pratica costante di questo sport abbiano portato ad un miglioramento nella forma fisica dell'atleta, con benefici al sistema cardiovascolare e respiratorio e ad una maggior resistenza fisica (Koshura & Baidiuk, 2019), così come ad un'influenza positiva anche a livello cognitivo, sia nelle abilità tecniche sport-specifiche che in funzioni cognitive generiche (come ad esempio in compiti visuospatiali di rotazione mentale (Roca González et al., 2017)).

Per riuscire a navigare correttamente lungo il tragitto l'orientista ha bisogno di prestare attenzione contemporaneamente a tre diversi fattori: la mappa, l'ambiente e il suo percorso (Eccles et al., 2002a, 2002b). La mappa è indispensabile per ricavare le informazioni riguardo al luogo del punto di controllo da trovare. Prestare attenzione all'ambiente è necessario al fine di confrontare le informazioni della carta con quelle presenti nel terreno circostante. Infine, focalizzarsi sul percorso serve per evitare ostacoli e cadute accidentali durante la corsa. L'orientista deve quindi trovare il giusto equilibrio tra velocità di avanzamento e lettura della carta ed applicare le giuste tecniche e strategie per riuscire ad elaborare correttamente tutte le informazioni e non commettere errori di navigazione (Eccles et al., 2002a).

Una componente importante per il successo in questo sport è quindi quella della lettura della mappa. Gli orientisti considerati esperti, grazie alla pratica continua, riescono a leggere la carta durante il movimento e non necessitano di fermarsi per la lettura e questo porta ad un miglioramento notevole della prestazione (Eccles et al., 2002a; Eccles, Walsh, & Ingledew, 2006). Allo stesso tempo, per riuscire a velocizzare la navigazione, l'atleta deve decidere grazie agli elementi presenti nella mappa, il percorso ottimale da svolgere da un punto all'altro, cercando tra le diverse possibilità esistenti il più efficiente per le sue condizioni (fisiche e tecniche) ed esaminando le diverse variabili del terreno (lunghezza del percorso, tipologia del terreno, semplicità di navigazione...) (Macquet, Eccles & Barraux, 2012).

Per poter gestire contemporaneamente tutti questi diversi fattori e processare tutte le informazioni circostanti al fine di avere successo nella loro prova, gli esperti di questo sport utilizzano diverse strategie e tecniche cognitivo-comportamentali per contrastare i loro limiti naturali di elaborazione, ottimizzare la navigazione e migliorare la prestazione sportiva (Eccles & Arsal, 2015; Eccles, 2006; Eccles et al., 2002a, 2002b, 2006).

### **2.2.2.1 Tecniche e strategie specifiche utilizzate nella navigazione**

Le capacità tecniche specifiche dell'orienteeing (come la lettura della mappa, la conoscenza dei simboli e l'individuazione della relazione tra mappa-terreno dei diversi elementi) risultano essere le variabili di maggior rilievo nel determinare la performance finale (Kolb et al., 1987; Guzmán, et al., 2008). Per semplificare la navigazione e diminuire il carico di lavoro durante la pratica, l'orientista si avvale di diverse tipologie di tecniche e strategie specifiche che portano ad un ulteriore miglioramento della prestazione (Eccles et al., 2002a; Eccles 2006, 2008).

Precedentemente si è discusso di come l'esperienza e la pratica sportiva negli atleti di alto livello portano a maggiori benefici cognitivi e a risultati migliori in compiti sport-specifici in quanto più abili nel processare le informazioni in quel preciso contesto (Scharfet & Memmert, 2019). Allo stesso modo, l'applicazione di diverse strategie e tecniche specifiche nello sport dell'orienteeing migliorano grazie alla pratica e agli allenamenti e diventano uno strumento utile per limitare il carico cognitivo durante la pratica. L'orientista esperto, attraverso il continuo utilizzo di queste strategie, riesce quindi a sviluppare un vantaggio cognitivo e a semplificare la navigazione (Eccles et al., 2015). Nei prossimi paragrafi esamineremo in dettaglio quali sono queste tecniche, come funzionano e quando vengono applicate e utilizzate.

### **2.2.2.2. Anticipazione, semplificazione e pianificazione**

Per minimizzare l'attenzione da porre sulla mappa e sul terreno e favorire la velocità di corsa e di avanzamento, vengono utilizzati due tipi di strategie: l'anticipazione e la semplificazione

(Eccles et al., 2002a). Nell'anticipazione, grazie agli elementi presenti nella mappa, l'orientista si costruisce mentalmente una rappresentazione del terreno in cui sta per andare in modo da essere preparato a ciò che incontrerà e diventare più familiare con quello specifico ambiente. Inoltre, grazie a questo meccanismo l'atleta riduce la necessità di porre attenzione alla mappa per confrontare gli elementi presenti con l'ambiente circostante ma si basa sulla sua rappresentazione mentale che si è formato e di conseguenza può focalizzare maggiormente l'attenzione sull'avanzamento di corsa (Eccles et al., 2002a).

Un'altra strategia utilizzata per facilitare il processo di navigazione è la semplificazione. Questa consiste nella selezione dalla mappa solamente degli elementi più importanti, utili e necessari alla navigazione, tralasciando ciò che è superfluo, in modo da non dover processare un numero troppo elevato di informazioni della carta. In base alla tipologia di terreno o alle caratteristiche dell'atleta può variare la scelta del tipo di elementi a cui fare riferimento. Questa strategia facilita anche la tecnica dell'anticipazione in quanto diventano minori gli elementi da inserire nella rappresentazione mentale che si viene a creare. Aumenta così anche in questo caso la velocità durante il percorso grazie sempre alla minore attenzione da porre sulla mappa ma anche grazie alla possibilità di selezionare elementi maggiormente distinguibili (come oggetti visibili a distanza) e facilitare l'avanzamento (Eccles et al., 2002a). In ambienti molto complessi o in prossimità del punto da trovare, questa semplificazione diventa più difficile da attuare in quanto la navigazione diventa più ardua e la tecnica applicata è quella di prestare attenzione a tutti gli elementi circostanti, diminuendo il ritmo di corsa in modo da non commettere errori (Eccles et al., 2002a).

Al fine di poter essere veloce nella navigazione l'atleta deve capire, in base agli elementi disponibili sulla mappa, quali possibili alternative del percorso da compiere esistono e scegliere quella che ritiene ottimale, in termini di efficienza di corsa, in base alle sue caratteristiche (come velocità e agilità) e a quelle del terreno (come la lunghezza, il dislivello, il tipo di superficie)

(Macquet et al., 2012).

Per poter effettuare le scelte di percorso ottimali l'orientista utilizza la strategia della pianificazione. Questa consiste nel programmare in anticipo la tratta del percorso in corso, o quelle immediatamente successive, in modo da aver un'idea di come affrontarle (ad esempio quando aumentare o diminuire la velocità in base alla difficoltà di lettura) e di quale sia il percorso ottimale da compiere in modo da non perdere tempo nella scelta quando arriva il momento di eseguirla (Eccles et al., 2002a). Questo normalmente avviene ponendo un'attenzione strategica alla mappa, ovvero solo in certi momenti in cui la navigazione non è complessa (come ad esempio lungo una strada o un sentiero) e l'attenzione richiesta è ridotta, permettendo all'atleta di focalizzarsi sulla pianificazione e sulla programmazione del resto del percorso (Eccles et al., 2002a; Eccles 2008; Eccles et al., 2015).

### **2.2.2.3. Selezione di elementi specifici**

L'obiettivo dell'atleta durante la navigazione è quello di trovare i punti di controllo segnati in mappa presenti nell'ambiente con un prisma bianco e arancio. Questi sono oggetti di piccole dimensioni molto spesso non visibili da lontano e la loro ricerca non è immediata. L'ultima parte della navigazione in avvicinamento a questi punti diventa di fondamentale importanza per non commettere errori e sprecare tempo. Per semplificare la navigazione in quest'area, un'altra strategia utilizzata dall'orientista esperto è quella della scelta di ciò che viene chiamato un “punto d'attacco”. Questo consiste in un elemento ben distinguibile e visibile del terreno in prossimità del punto di controllo che facilita l'avvicinamento al punto stesso (Eccles et al., 2002a; Eccles 2008; Eccles et al., 2015). Essendo questo un elemento più riconoscibile del punto da trovare, il suo utilizzo come riferimento semplifica notevolmente la navigazione in quell'area in quanto diminuisce la quantità di elementi da elaborare (Eccles et al., 2002a; Eccles 2008; Eccles et al., 2015).

Oltre alla selezione di un punto di attacco, esistono altre situazioni in cui l'orientista utilizza una serie di elementi per semplificare la navigazione e diminuire il carico cognitivo, come ad

esempio l'utilizzo di un elemento longilineo nella direzione di navigazione che aiuta l'avvicinamento alla zona del punto di controllo (una linea di conduzione al punto) (McNeill, 2014) oppure un elemento perpendicolare alla direzione di provenienza (una linea d'arresto) che interrompe la navigazione e permette di velocizzare l'esecuzione diminuendo il numero di elementi da considerare nell'avvicinarsi ad esso.

#### **2.2.2.4. Altre tecniche e strategie**

Oltre alle principali già elencate, esistono altre strategie comportamentali di navigazione e tecniche di base. Alcune di queste riguardano la mappa di gara: essa viene orientata, grazie all'utilizzo della bussola, ruotandola di volta in volta in modo tale che sia allineata con il mondo reale circostante e che gli assi verticali risultino sempre in direzione del nord (Eccles, 2006). Inoltre la mappa viene normalmente piegata in modo da lasciare visibile solo l'area interessata al momento della navigazione e poter ridurre la ricerca visiva di elementi non pertinenti (Eccles, 2006; Eccles, 2008; Eccles et al., 2015). Questo viene ulteriormente semplificato indicando sulla mappa, attraverso l'utilizzo del pollice, la posizione in cui si trova l'atleta nel mezzo della navigazione in modo da guidare l'attenzione all'area pertinente e diminuire ulteriormente la ricerca visiva degli elementi (Eccles, 2006; Eccles, 2008; Eccles et al., 2015).

L'orientista può utilizzare la bussola come semplice aiuto per l'orientamento ma, in certe occasioni, la direzione data da questa diventa l'elemento principale su cui si basa la navigazione (McNeill, 2014).

L'ultima tipologia di tecniche che possono essere utilizzate durante una prova di orienteering riguarda le strategie di tipo tattico, che comprendono aiuti derivanti dalla presenza di altri atleti. Questi possono essere aiuti di tipo visivo (vedere qualcuno durante il percorso e usarlo come riferimento o trovare delle tracce nel terreno formate dal passaggio di altri atleti) oppure un aiuto di tipo verbale (chiedere indicazioni o informazioni ad un altro concorrente) (Macquet et al., 2012).

Tutte queste strategie e tecniche risultano essere uno strumento efficace per diminuire il

carico cognitivo e contrastare i limiti naturali di elaborazione ed attenzione, portando ad una semplificazione della navigazione e ad un conseguente miglioramento della prestazione (Eccles, 2008; Eccles et al, 2002).

Dopo aver visto quali sono le diverse strategie e tecniche possibili che vengono applicate in una prova di orienteering, nei paragrafi successivi esamineremo in maggior dettaglio quali sono i processi cognitivi coinvolti durante la pratica, in particolare per quel che riguarda le abilità visuospatiali e come queste, insieme alle abilità individuali di orientamento e di *wayfinding*, possono influenzare la navigazione sul campo.

### **2.3 Abilità cognitive coinvolte nella pratica dell'orienteering**

L'orienteering è uno sport che richiede grandi capacità a livello cognitivo in quanto le funzioni coinvolte durante la pratica sono molteplici. Per riuscire a navigare con successo nell'ambiente e gestire i vari compiti richiesti durante la pratica, l'atleta utilizza sia diversi processi cognitivi (tra cui la velocità di elaborazione, l'attenzione, la memoria di lavoro o le abilità di *problem solving*) che le abilità di *wayfinding* (Pesce et al., 2007).

Una delle funzioni più utilizzate nella pratica dell'orienteering è l'attenzione. Come anticipato in precedenza, durante una prova sul campo i processi attentivi sono costantemente indirizzati verso tre diverse fonti d'informazione: la mappa, l'ambiente e il suo percorso, per selezionare e confrontare queste informazioni tra di loro (Eccles et al., 2002a). L'atleta deve quindi essere in grado di cambiare continuamente il focus dell'attenzione da uno più ristretto (la mappa) ad un focus più ampio (l'ambiente e il terreno).

Il praticare questo sport può essere un aiuto per sovrastare il declino dell'attenzione visiva dovuta all'invecchiamento grazie al suo continuo utilizzo durante la pratica. In modo particolare, l'orienteering aiuta a preservare l'abilità di focalizzare l'attenzione a stimoli visivi specifici in breve tempo e a creare ed applicare strategie compensative per contrastare i deficit e il deterioramento di

queste abilità dovuto all'avanzare dell'età (Pesce et al., 2007).

In particolare, la pratica continua dell'orienteeing ha portato ad una maggior concentrazione e stabilità dell'attenzione, ad un aumento della capacità dello span attentivo (Sirakov & Belomazheva-Dimitrova, 2021), ad un miglioramento delle abilità visuospatiali (Schmidt et al., 2016; Feraco et al., 2021), della memoria (Koshura & Baidiuk, 2019) e delle abilità percettive (Zach et al., 2015).

Durante la pratica sono implicati processi cognitivi (la lettura dei simboli, la localizzazione del soggetto all'interno della mappa e la continua ricerca degli elementi e di una loro corrispondenza mappa-terreno) che coinvolgono l'utilizzo di una prospettiva allocentrica. Questa viene costantemente confrontata con la prospettiva egocentrica provata durante la corsa e, di conseguenza, le abilità implicate in questo sport permettono di allenare l'utilizzo di diversi riferimenti e punti di vista abbandonando l'utilizzo esclusivo di una sola prospettiva (Di Tore, 2016).

### **2.3.1. Abilità visuospatiali e orienteeing**

La pratica sportiva, soprattutto quella di tipo aerobico come l'orienteeing, porta a dei benefici a livello cognitivo tra cui anche in compiti visuospatiali (Voyer & Jansen, 2017). La connessione tra abilità visuospatiali e la tipologia di sport è in parte spiegata dal grado di coinvolgimento di queste abilità durante la pratica (Schmidt et al., 2016) e l'orienteeing richiede un alto sforzo a livello visuospatial. Essendo questa disciplina uno sport in cui per definizione sono implicati compiti di orientamento e che richiede la continua elaborazione di elementi spaziali per poter navigare nell'ambiente si ha, durante la pratica, un coinvolgimento anche delle abilità visuospatiali in relazione con questo tipo di compiti (Hegarty et al., 2006).

Persone con maggior abilità in compiti di rotazione mentale hanno migliori risultati in prove di orienteeing sul campo (Malinowski, 2001) e, allo stesso tempo, atleti della disciplina considerati esperti hanno mostrato risultati migliori in questi test visuospatiali rispetto a orientisti principianti o

a persone che non praticano alcuno sport (Schmidt et al., 2016).

Le abilità di ruotare mentalmente gli oggetti sono in relazione con le abilità di orientamento e di navigazione in un ambiente (Malinowski, 2001). Queste possono essere traslazioni basate sull'oggetto, cioè trasformazioni spaziali con una prospettiva allocentrica in cui il punto di vista del soggetto rimane fisso e la rotazione coinvolge solamente l'oggetto, oppure centrate sul soggetto, in cui è quest'ultimo ad assumere una diversa prospettiva ed effettuare una successiva rotazione degli elementi in relazione con l'ambiente circostante (Uttal et al., 2013). Quest'ultima tipologia di rotazione consiste nella capacità di assumere una diversa prospettiva nello spazio e prevede l'utilizzo di una visione egocentrica, in cui l'oggetto rimane fisso, e la rotazione deriva dall'osservatore che si sposta nello spazio e assume una prospettiva diversa (Schmidt et al., 2016).

Durante una prova di orienteering, l'atleta deve assumere una prospettiva allocentrica al fine di riuscire a localizzarsi nel sistema di coordinate dato dalla mappa. Nella pratica, l'orientista utilizza le abilità di rotazione mentale centrate sull'oggetto attraverso l'utilizzo della mappa: grazie al suo continuo orientamento, aiutato dalla bussola, si ha una conseguente rotazione basata su un sistema di riferimento spaziale fisso, il nord, che porta ad una successiva rotazione degli elementi circostanti per mantenere le relazioni spaziali esistenti e permettere la corretta navigazione (Eccles, 2006). Questo diventa una forma di allenamento continuo di queste specifiche abilità visuospatiali causandone un miglioramento (Feraco et al., 2021) sia in attività di rotazione mentale basate sull'oggetto che per quelle centrate sul soggetto (Roca González et al., 2013; Roca González et al., 2017).

Alcuni studi hanno infatti mostrato come la pratica costante di attività di orienteering porti a un miglioramento, oltre che delle abilità di rotazione mentale, nelle abilità visuospatiali di vario tipo tra cui in compiti di visualizzazione spaziale. Durante una prova di orienteering l'atleta deve continuamente ricercare nel terreno informazioni, elementi e la loro integrazione con l'ambiente, per poterli confrontare con le informazioni bidimensionali presenti in mappa al fine di localizzarsi

lungo il percorso. Questo prevede un coinvolgimento delle funzioni di percezione spaziale per poter elaborare e processare tutti questi diversi elementi (Zach et al., 2015) e può spiegare anche il conseguente miglioramento in abilità visuospatiali come quella di visualizzazione spaziale (Feraco et al., 2021).

Riassumendo, durante una prova di orienteering si ha quindi un coinvolgimento delle abilità visuospatiali che può portare a dei possibili miglioramenti. Nel prossimo paragrafo andremo a vedere invece la relazione esistente tra questa disciplina e le abilità di *wayfinding* e di navigazione in un ambiente.

### **2.3.2 Orienteering, wayfinding e navigazione nell'ambiente**

Lo scopo dell'orienteering è quello di raggiungere una serie di punti in sequenza nel minor tempo possibile. Questo significa trovare e passare attraverso una serie di destinazioni intermedie partendo ogni volta da un punto e un luogo diverso. Per riuscire in questo e per potersi muovere con successo nell'ambiente vengono quindi utilizzate abilità di *wayfinding*, che consiste per definizione nel processo di trovare e seguire un percorso da un punto d'origine verso una destinazione finale (Lynch, 1960).

Nella loro classificazione, Wiener, Büchner e Hölscher (2009) suddividono le abilità di *wayfinding* secondo diverse caratteristiche del compito e dell'ambiente. Una di queste abilità viene denominata *path search* e consiste nel muoversi verso una determinata destinazione in un luogo non conosciuto, attraverso la navigazione in un ambiente non familiare e senza alcuna conoscenza a priori delle strade e dei percorsi possibili per arrivarci (Wiener, Büchner & Hölscher, 2009). Questo specifico compito di *wayfinding* ha un ruolo nello sport dell'orienteering in quanto coinvolge tutte le caratteristiche della disciplina: l'atleta infatti non ha accesso a priori alla mappa del terreno e al tracciato da percorrere ma è costretto a utilizzare le sue abilità per muoversi nell'ambiente e trovare il percorso migliore verso la sua destinazione, i singoli punti di controllo. Questi compiti di *path search* richiedono l'utilizzo di una serie di euristiche e strategie iterative specifiche per poter

raggiungere la destinazione desiderata (Wiener et al., 2009). Gli orientisti esperti infatti, grazie alla loro conoscenza dovuta dalla pratica costante nel tempo, hanno sviluppato una serie di strategie e tecniche specifiche d'orientamento (discusse nei paragrafi precedenti) per poter semplificare la navigazione e le attività di *wayfinding* durante la prova sul campo e di conseguenza, grazie al loro utilizzo, riescono a trovare un modo per avere successo nei compiti di *path search* durante la pratica (Eccles et al., 2002a; Eccles 2006; Eccles 2008; Eccles et al., 2015).

L'orientista non affronta solamente compiti di *wayfinding* del tipo *path search*, ma allo stesso tempo deve riuscire a gestire funzioni di *aided wayfinding*, ovvero compiti di *wayfinding* assistiti e aiutati da qualche forma di rappresentazione o segnale esterno che funge da supporto per la navigazione (Wiener et al., 2009). Durante la prova di orienteering, l'atleta utilizza una mappa dettagliata del terreno in cui si muove e questo diventa il supporto necessario per aiutare l'atleta nel percorso.

Le abilità spaziali utilizzate per compiti di piccola scala come la rotazione mentale sono rilevanti anche in attività spaziali di più larga scala come la navigazione e hanno un'influenza reciproca tra di loro (Malinowski, 2001). Per questo motivo le differenze di genere che esistono in abilità come la rotazione mentale si riscontrano anche in compiti di navigazione spaziale e questo si riflette anche in attività come l'orienteering. In particolare, gli uomini tendono ad utilizzare strategie di tipo *survey* durante la navigazione mentre le donne prediligono le strategie *route* (Lawton, 1994) e la prima tipologia risulta essere è più efficace nell'orientarsi in ambienti sconosciuti, in quanto non si basa su indizi locali ma su riferimenti globali. Di conseguenza diventa ottimale nello sport dell'orienteering in quanto l'ambiente e il terreno sono sconosciuti al partecipante (Malinowski, 2001). Gli orientisti esperti, riportano infatti di utilizzare una strategia di tipo *survey* durante la loro navigazione basandosi sul nord come riferimento fisso per creare le successive relazioni con l'ambiente (Eccles, 2006).

Oltre ad avere un legame con le varie abilità visuospatiali esistenti, l'orienteering è

un'attività che prevede un alto coinvolgimento di diverse attitudini spaziali (ansia spaziale, senso della direzione, piacere nell'esplorare posti sconosciuti...) che esamineremo nel dettaglio nel prossimo paragrafo.

## **2.4 Attitudini spaziali e orienteering**

Le attitudini spaziali consistono nelle disposizioni che una persona ha riguardo compiti di natura spaziale. Essendo queste in relazione con le abilità visuospaziali, di *wayfinding* e di orientamento (Hegarty et al., 2006; Pazzaglia et al., 2018), esiste un legame anche con lo sport dell'orienteering (Feraco et al., 2021).

L'ansia spaziale è associata ad una peggiore prestazione e ad un maggior numero di errori in compiti d'orientamento (Hund & Minarik, 2006). Questi errori di navigazione possono scatenare l'ansia spaziale e impedire di conseguenza alle persone di effettuare nuovamente compiti di navigazione per sviluppare queste abilità (He & Hegarty, 2020). Alti livelli di ansia e nervosismo portano quindi ad una bassa prestazione in compiti di *wayfinding*, mentre al contrario, un'alta fiducia riguardo le proprie abilità di orientamento e lettura della mappa sono in relazione con prestazioni di successo in compiti di navigazione (Malinowski & Gillespie, 2001). Inoltre, livelli maggiori di ansia spaziale portano ad un minor piacere nell'esplorazione di posti sconosciuti e ad un utilizzo più frequente di dispositivi GPS per favorire e aiutare la navigazione (He & Hegarty, 2020). Queste specifiche attitudini spaziali, di conseguenza, risultano essere in relazione anche con le abilità di *wayfinding* utilizzate nella pratica dell'orienteering. Atleti esperti della disciplina riferiscono infatti di percepire una minor ansia spaziale e provare maggior piacere in compiti di esplorazione di un ambiente sconosciuto in confronto a individui non praticanti alcuno sport (Feraco et al., 2021). Allo stesso modo, essi riportano di avere una maggior conoscenza e utilizzo dei punti cardinali e valutano il proprio senso dell'orientamento in maniera migliore rispetto ad atleti principianti della disciplina (Cornoldi et al., 2003; Feraco et al., 2021). Minori abilità di rotazione mentale portano a maggior incertezza nel percepire il senso della direzione (Malinowski, 2001) e di

conseguenza, l'allenamento di queste abilità in orientisti esperti durante la pratica (Roca González et al., 2017) porta ad una percezione migliore di questo.

Esiste inoltre una relazione positiva tra il senso della direzione dato dall'abilità di individuare i punti cardinali e il provare piacere nell'esplorare posti sconosciuti (Meneghetti et al, 2014; Pazzaglia et al., 2016; Pazzaglia, Meneghetti & Ronconi, 2018). L'esplorazione permette di formare delle precise rappresentazioni spaziali che diventano un aiuto durante compiti di navigazione. Al contrario, l'utilizzo di aiuti esterni per la navigazione (come ad esempio i dispositivi GPS) inibiscono l'apprendimento spaziale e portano a peggiori prestazioni in compiti di orientamento (He & Hegarty, 2020). Questi comportamenti risultano essere dei fattori che moderano la relazione esistente tra le abilità di navigazione e l'ansia spaziale (He & Hegarty, 2020).

In sintesi, praticare orienteering favorisce l'apprendimento spaziale grazie al continuo utilizzo di mappe rispetto a dispositivi GPS, portando ad una percezione del senso dell'orientamento migliore e causando un possibile miglioramento in compiti di navigazione e ad una conseguente diminuzione dell'ansia spaziale percepita nonché a maggior piacere nell'esplorare posti sconosciuti.



## CAPITOLO 3

### LA RICERCA

#### 3.1 Obiettivi

Come è stato presentato nei capitoli precedenti, esiste una relazione tra abilità cognitive e la pratica di un'attività sportiva. Gli atleti di alto livello infatti presentano abilità cognitive superiori rispetto a quelle dei non atleti (Scharfen & Memmert, 2019; Voss et al., 2010) e questo vale per diverse abilità cognitive tra cui le abilità visuospatiali (come la rotazione mentale e la visualizzazione spaziale) e le abilità di orientamento e navigazione in un ambiente (Scharfen & Memmert, 2019; Voyer & Jansen, 2017; Voss et al., 2010).

L'orienteeing è uno sport individuale in cui lo scopo consiste nel raggiungere una serie di obiettivi intermedi navigando in un ambiente sconosciuto. Questo prevede un coinvolgimento di abilità di tipo visuospatial e la creazione di una serie di disposizioni e attitudini spaziali che riguardano compiti di orientamento. E' uno sport complesso che richiede uno sforzo cognitivo elevato e per questo motivo atleti esperti della disciplina utilizzano una serie di tecniche e strategie specifiche per contrastare i limiti dell'elaborazione delle informazioni (Eccles, 2006).

Alcuni studi in letteratura hanno mostrato come orientisti esperti hanno migliori abilità visuospatiali e maggiori valutazioni positive riguardo il senso dell'orientamento (Feraco et al., 2021). Sono però assenti studi che hanno esaminato la relazione tra queste abilità cognitive visuospatiali e le diverse tecniche e strategie comportamentali utilizzate durante una prova di orienteeing sul campo.

L'obiettivo di questo studio è quindi quello di esaminare la relazione tra diverse abilità visuospatiali, comportamenti e attitudini spaziali con prestazioni individuali in prove di orienteeing e strategie e tecniche specifiche utilizzate durante la pratica sul campo da parte di atleti di alto livello.

### **3.2 Ipotesi**

Sulla base delle premesse teoriche appena discusse e degli studi presenti in letteratura, le ipotesi di questo studio consistono in:

- Ipotesi 1: In base agli studi di Eccles et al. (2002; 2008; 2015) che mostrano l'esistenza e l'utilizzo di diverse tecniche e strategie durante la pratica dell'orienteeering, si suppone una relazione tra la prestazione individuale in prove di orienteeering sul campo e l'utilizzo di diverse strategie e tecniche comportamentali durante la pratica. In particolare si vuole esaminare se esistono alcune tecniche o tipologie di strategie che risultano essere ottimali per una migliore prestazione sportiva.
- Ipotesi 2: In base allo studio di Feraco et al. (2021) che mostra come atleti esperti di orienteeering ottengono migliori risultati in compiti visuospatiali, si suppone una relazione tra le prestazioni sportive individuali in competizioni o allenamenti di orienteeering sul campo e i risultati in test cognitivi visuospatiali. L'ipotesi è che maggiori abilità visuospatiali siano in relazione con risultati migliori in prove di orienteeering sul campo.
- Ipotesi 3: In base agli studi di Feraco et al. (2021), He & Hegarty (2020), Pazzaglia et al. (2018, 2016) e Meneghetti et al. (2014) che mostrano come diverse attitudini spaziali sono in relazione con le abilità visuospatiali e di orientamento, si suppone una relazione tra la pratica dello sport dell'orienteeering e la prestazione individuale sul campo con diverse attitudini spaziali. L'ipotesi è che migliori risultati in prove di orienteeering siano in relazione con una maggior autovalutazione percepita in compiti di natura spaziale, maggior senso della direzione e dell'orientamento, minor ansia spaziale provata e maggior piacere nell'esplorare posti sconosciuti.

### **3.3 Metodo**

Lo studio prende in considerazione una serie di test per misurare le abilità cognitive visuospatiali, dei questionari per valutare le attitudini spaziali e le auto-valutazioni riguardo a compiti di orientamento di ogni partecipante e alcune prove pratiche di orienteeering in competizioni

e allenamenti ufficiali (per un totale di 5). Dopo ogni prova sul campo veniva inviato ad ogni partecipante un questionario per analizzare i comportamenti, le tecniche e le strategie di navigazione utilizzate sul campo. Inoltre veniva richiesta la traccia GPS del percorso effettuato dall'atleta per una successiva analisi della prestazione assieme ai dati delle classifiche e dei tempi intermedi tra i singoli punti di controllo del percorso.

La raccolta dati è stata effettuata dalla studentessa tirocinante Francesca Taufer. Il progetto è stato supervisionato dalla professoressa Chiara Meneghetti, dallo studente di dottorato Tommaso Feraco e dall'assegnista di ricerca Veronica Muffatto, afferenti al Dipartimento di Psicologia Generale. Lo studio è stato approvato dal comitato etico per la ricerca in psicologia.

### **3.3.1 Partecipanti**

Allo studio hanno partecipato 32 atleti agonisti della squadra nazionale assoluta di orienteering (attualmente membri o atleti ritirati dalla squadra nazionale da meno di due anni) tesserati per la Federazione Italiana Sport Orientamento (FISO). Nel dettaglio, hanno partecipato 18 atleti maschi e 14 femmine di età compresa tra 19 e 42 anni, con una media di 24.53 e deviazione standard pari a 5.53.

I partecipanti praticano orienteering da un tempo compreso tra un minimo di 5 anni ed un massimo di 31 anni con una media di 14.47 e deviazione standard 5.08 con una frequenza di allenamenti settimanali compresi tra le 2 e le 16 ore (media 8.31 e deviazione standard 2.75) e di partecipazione ad un numero di gare annuali (regionali, nazionali e internazionali) compreso tra le 15 e le 50 (media 27.50 e deviazione standard 8.20).

Un solo partecipante ha dichiarato di essere un atleta professionista mentre tutti gli altri sono attualmente lavoratori (11 partecipanti) o studenti (20 partecipanti).

La provenienza geografica è per la maggior parte dalle regioni dell'Italia settentrionale con qualche atleta proveniente dalle regioni centrali (2 partecipanti) e dal Canton Ticino svizzero (2 partecipanti). Nessun partecipante proviene dal Sud Italia.

Alle varie competizioni e prove sul campo hanno partecipato di volta in volta un numero diverso di partecipanti. Nello specifico: nella prima prova hanno preso parte 13 atleti, nella seconda e nella terza competizione 19, nella quarta 16 e nell'ultima 14. Quindi, dei 32 partecipanti totali, non tutti hanno preso parte a tutte le prove sul campo utilizzate nello studio. Infatti, solo 2 atleti hanno partecipato a tutte le competizioni mentre gli altri hanno preso il via solo ad un numero inferiore di prove. Nello specifico, 6 atleti hanno partecipato a 4 prove, 8 atleti a 3 prove, 8 atleti a 2 prove, 7 atleti ad una prova e un solo atleta non ha potuto partecipare a nessuna delle competizioni in calendario.

### **3.3.2 Materiali**

#### **3.3.2.1 Prove visuospatiali**

##### **3.3.2.1.1 Short Mental Rotation Test (sMRT; De Beni, Meneghetti, Fiore, Gava & Borella, 2014)**

Questo test visuospatiale è una versione ridotta del “Mental Rotations Test” (MRT; Petersen, 1995). Il suo scopo è quello di indagare e misurare le abilità individuali di rotazione mentale di oggetti tridimensionali. In totale comprende 10 item. Date 4 diverse configurazioni e una figura target, al partecipante viene chiesto di individuare le due configurazioni rappresentanti lo stimolo target ruotato tridimensionalmente. Il tempo massimo a disposizione della prova è di 4 minuti. Ad ogni item in cui vengono individuate entrambe le configurazioni corrette viene assegnato 1 punto per un punteggio massimo di 10.

##### **3.3.2.1.2 Short Object Perspective Test (sOPT; De Beni, Meneghetti, Fiore, Gava & Borella, 2014)**

Questo test visuospatiale è una versione ridotta del “Object Perspective Test” (Hegarty & Waller, 2004). Lo scopo è quello di misurare le capacità del partecipante di assumere diverse prospettive e posizioni nello spazio e le sue abilità di orientamento. Il numero totale di item è pari a 6. Il compito consiste in un'immagine rappresentante delle figure composte da una serie di oggetti,

un cerchio con delle frecce e una frase. In ogni prova viene chiesto al partecipante di immaginare di essere su un primo oggetto della configurazione (che sarà indicato al centro del cerchio) e di guardare verso un secondo oggetto (che sarà indicato in corrispondenza dell'estremità superiore della freccia). Il compito è quello di indicare il grado della direzione della posizione del terzo oggetto. Il tempo massimo a disposizione della prova è di 4 minuti. Per ogni risposta corretta viene assegnato 1 punto per un punteggio massimo di 6.

#### **3.3.2.1.3 Short Embedded Figure Test (De Beni et al., 2014; Oltman, Raskin Witkin, 1971)**

Questo test visuospatiale ha come obiettivo indagare la capacità individuale di visualizzare forme semplici all'interno di forme più complesse. Il numero totale di item è 9. Data una figura complessa, al partecipante è richiesto di identificare quale tra cinque diverse figure semplici riportate si può ritrovare all'interno della figura complessa. Il tempo massimo a disposizione della prova è di 4 minuti. Per ogni risposta corretta viene assegnato 1 punto per un punteggio massimo di 9.

#### **3.3.2.1.4 Water Level Task (De Beni et al., 2014; Piaget Inhelder, 1956)**

Questo test visuospatiale ha come scopo quello di misurare le abilità di percezione spaziale. Il numero totale di item è pari a 8. La prova è composta da una serie di 4 disegni che raffigurano contenitori d'acqua mezzi pieni. Il partecipante deve individuare quale tra le alternative proposte rappresenta l'inclinazione corretta che il livello dell'acqua assumerebbe se il suo contenitore fosse posizionato come nell'immagine. Il tempo massimo a disposizione della prova è di 4 minuti. Per ogni risposta corretta viene assegnato 1 punto per un punteggio massimo di 8.

#### **3.3.2.2 Cattell Test (Cattell, 1940)**

Questo test è un test d'intelligenza che consiste in due diverse prove di ragionamento svolte attraverso l'uso di figure senza ricorrere all'utilizzo di parole. La prima prova contiene 13 item. Ogni esercizio consiste in un quadrato più grande contenente quattro caselle più piccole. Tre di esse

presentano dei disegni mentre una ne è priva. Il partecipante deve scegliere tra sei diverse raffigurazioni disponibili quale ritiene sia l'alternativa corretta da inserire nella casella mancante. La durata massima di questa singola prova è di 180 secondi. La seconda parte del test contiene 10 item. Questi esercizi contengono una casella isolata rappresentante diverse figure e un punto. Il partecipante deve trovare, tra le 6 alternative proposte, la figura in cui si può inserire il punto in maniera conforme con la figura dello stimolo target. Il tempo limite per la seconda parte è di 150 secondi. Il punteggio totale del test è dato dalla somma delle due prove per un totale di 23.

### **3.3.2.3 Questionari**

#### **3.3.2.3.1 Questionario demografico**

Il questionario ha il semplice scopo di rilevare alcune informazioni riguardanti i partecipanti relativi a genere, età, professione, provenienza geografica, anni di pratica di orienteering, frequenza di allenamento, numero di partecipazione e livello di competizioni e infortuni recenti. Il numero di item totali è di 12.

#### **3.3.2.3.2 Questionario di Ansia Spaziale (De Beni et al., 2014, adattato by Lawton, 1994)**

Il questionario di ansia spaziale ha come scopo quello di misurare i livelli di ansia percepiti dal partecipante riguardo diversi compiti di natura spaziale. Contiene 8 item che descrivono situazioni ambientali. Viene chiesto di esprimere il livello di ansia provocato dalle varie affermazioni scegliendo le risposte su una scala Likert a 6 punti (1=nessuna ansia, 6=moltissima ansia). Il punteggio viene calcolato sommando i punti della scala Likert di ogni singolo item. A punteggi elevati si associano maggiori livelli di ansia verso compiti spaziali.

#### **3.3.2.3.3 Questionario di approccio verso i compiti di orientamento (De Beni et al., 2014)**

Il questionario ha come scopo la valutazione dell'atteggiamento della persona in compiti di orientamento ed esplorazione di luoghi sconosciuti o non familiari. E' composto da 9 item contenenti domande relative ad attività di esplorazione di posti sconosciuti e atteggiamenti o

comportamenti riguardo compiti di orientamento. Il partecipante deve rispondere quanto si identifica in tali comportamenti/atteggiamenti su una scala Likert a 4 punti (1= Per niente, 4=Molto). Il punteggio viene calcolato sommando i punti della scala Likert di ogni singolo item.

#### **3.3.2.3.4 Questionario di senso dell'orientamento e rappresentazioni spaziali (SDSR; Pazzaglia Meneghetti, 2017)**

Il questionario ha come scopo la valutazione dell'abilità di orientamento percepita dal partecipante delle strategie da esso utilizzate per orientarsi in un ambiente. E' composto da 14 item riguardanti le abilità e il senso di orientamento percepiti dal partecipante e le diverse modalità di rappresentazione dello spazio possibili. Al partecipante viene richiesto quanto si identifica con l'utilizzo di diverse rappresentazioni e come valuta le sue abilità d'orientamento su una scala Likert a 5 punti (1= Per niente, 5=Moltissimo). Il punteggio viene calcolato sommando i punti della scala Likert di ogni singolo item. Il questionario può essere suddiviso in aspetti che riguardano il senso della direzione e le capacità di rappresentazione spaziale.

#### **3.3.2.3.5 Questionario su strategie comportamentali e tecniche di Orienteering (creato ad hoc)**

Il questionario è stato creato appositamente per questo studio. Esso presenta 17 item riguardanti diverse strategie e tecniche utilizzate durante una prova di orienteering (Tabella 3.1). La richiesta è di indicare quanto ha utilizzato, durante la singola prova sul campo, la specifica strategia usando una scala Likert da 1 a 6 (1=Per Niente, 6=Moltissimo). Per l'analisi, le strategie sono state suddivise in diverse categorie in base alle loro caratteristiche. Queste comprendono strategie tattiche, tecniche specifiche (selezione di elementi), pianificazione, semplificazione, anticipazione, uso della bussola e lettura dettagliata degli elementi. Le strategie e la relativa classificazione è stata implementata in collaborazione con esperti di orienteering (la laureanda del presente elaborato e allenatori della squadra nazionale). Il punteggio viene calcolato sommando i punti della scala Likert di ogni singolo item tenendo conto delle categorie.

Item del questionario su strategie e tecniche comportamentali	Categoria di Classificazione
Durante la gara/allenamento mi sono creato/a mentalmente un'immagine o un modello tridimensionale del terreno/area	Anticipazione
Durante la gara/allenamento ho navigato da un elemento ad un altro senza usare altri riferimenti (es. dalla collina ho cercato il sasso, poi l'avvallamento, poi il sentiero..)	Semplificazione
Durante la gara/allenamento, per navigare, ho utilizzato principalmente elementi (es. forme del terreno/vegetazione/edifici) usando la bussola solo come aiuto supplementare	Uso della Bussola
Durante la gara/allenamento ho utilizzato esclusivamente la bussola senza usare altri riferimenti	Uso della Bussola
Durante la gara/allenamento ho semplificato la tratta selezionando solo alcuni elementi della carta ed escludendo altri elementi (ad es. "ho usato solo le forme del terreno senza guardare la vegetazione o le rocce")	Semplificazione
Durante la gara/allenamento ho guardato tutti gli elementi (es. vegetazione, forme del terreno, sassi, rocce...) presenti sulla carta senza escluderne nessuno	Lettura dettagliata degli elementi
Durante la gara/allenamento ho scelto e utilizzato un punto d'attacco, un riferimento evidente della carta, per arrivare in modo più sicuro alla lanterna	Tecniche specifiche (selezione di elementi)
Durante la gara/allenamento non ho sempre guardato la carta (ad esempio in un lungo tratto su sentiero) per non affaticarmi troppo mentalmente.	Pianificazione
Durante la gara/allenamento ho anticipato la lettura della tratta (o delle tratte) successive per sapere in anticipo come affrontarle	Anticipazione
Durante la gara/allenamento ho sfruttato visivamente la presenza di altri atleti (ho seguito o visto qualcuno)	Strategie tattiche
Durante la gara/allenamento ho chiesto aiuto verbalmente ad altri atleti (ho chiesto aiuto o mi sono confrontato con qualcuno)	Strategie tattiche
Durante la gara/allenamento ho utilizzato una linea di conduzione verso il punto, cioè ho corso aiutandomi con un elemento nella direzione di navigazione che mi ha aiutato ad avvicinarmi alla lanterna	Tecniche specifiche (selezione di elementi)
Durante la gara/allenamento ho utilizzato una linea di conduzione verso il punto, cioè ho corso aiutandomi con un elemento nella direzione di navigazione che mi ha aiutato ad avvicinarmi alla lanterna	Tecniche specifiche (selezione di elementi)

Durante la gara/allenamento ho utilizzato delle tracce presenti nel terreno create da altri atleti prima del mio passaggio (es. ho visto e seguito la scia che si era formata nell'erba alta)	Strategie tattiche
Durante la gara/allenamento ho contato gli elementi del percorso (ad esempio “terzo bivio a destra” o “nel secondo avvallamento”..)	Semplificazione
Durante la gara/allenamento ho utilizzato un elemento di riferimento visibile da lontano (es. “es una grande collina”) per orientarmi e mantenere la giusta direzione	Semplificazione
Durante la gara/allenamento ho usato per la navigazione esclusivamente le forme del terreno grazie alle curve di livello rappresentate in carta	Semplificazione

*Tabella 3.1: Item del questionario relativo alle strategie e tecniche comportamentali utilizzate nelle prove sul campo*

### **3.3.2.4 Rilevazione del percorso sul campo**

La raccolta dei dati delle prove sul campo è stata ottenuta grazie all'utilizzo di un orologio personale con funzione di rilevazione della traccia GPS da indossare durante la prova di orienteering. Le tracce sono state successivamente caricate sull'applicazione “Livelox” (attività già in uso per gli atleti della squadra nazionale della disciplina), che consiste in un software che permette la registrazione e l'analisi dettagliata a posteriori delle tracce GPS di ogni singola prestazione e consente il confronto tra i diversi percorsi individuali. In particolare sono stati presi in considerazione i seguenti elementi: la distanza totale effettuata (misurata in metri), le diverse scelte di percorso eseguite, il numero di errori commessi, la tipologia di questi (ovvero errori di navigazione o di scelta di percorso effettuata) e la loro durata (in secondi). Oltre a questi elementi ricavati dall'analisi delle tracce GPS, dalle classifiche ufficiali delle prove si sono presi i dati relativi a: la posizione in classifica, il tempo complessivo della prova e dei singoli intertempi di ogni tratta (misurati in secondi) e il distacco dal vincitore (in secondi).

Le prove sul campo prevedevano cinque competizioni di diverso livello (internazionale, nazionale, allenamento) nei mesi di ottobre e dicembre 2021.

- Finali di Coppa del Mondo 2021, Sprint Relay - Cortina d'Ampezzo (BL) 03/10/21

- Finale Coppa Italia 2021, Middle - Grottaglie (Gravina Fantiano) (TA) 16/10/21
- Campionati Italiani Sprint Relay – Grottaglie (TA) 17/10/21
- Raduno Collegiale della Nazionale, allenamento Sprint – Lavarone (TN) 04/12/21
- Raduno Collegiale della Nazionale, allenamento Mass Start – Lavarone (TN) 05/12/21

Delle 5 prove utilizzate 3 di queste (la prima, la terza e la quarta) prevedevano un terreno e un'ambientazione cittadina mentre le altre due si sono svolte in bosco. Tre gare prevedevano la classica formula individuale mentre le altre due erano una staffetta, un evento in cui l'atleta corre sempre individualmente e, al traguardo, dà il cambio al compagno di squadra. Le varie competizioni prevedevano una diversa lunghezza e durata, ambientazioni differenti, diversi percorsi tra uomini e donne ed un numero di tratte variabile di volta in volta. In particolare, le tratte del percorso nelle varie prove distinte per categoria (maschile e femminile) e il numero di partecipanti alle competizioni consistevano in:

- Prima prova: 19 tratte maschi, 15 tratte femmine. 13 partecipanti (7 maschi, 6 femmine)
- Seconda prova: 25 tratte maschi, 22 tratte femmine. 19 partecipanti (11 maschi, 8 femmine)
- Terza prova: 21 tratte maschi, 18 tratte femmine 19 partecipanti (10 maschi, 9 femmine)
- Quarta prova: 26 tratte maschi, 26 tratte femmine. 16 partecipanti (9 maschi, 7 femmine)
- Quinta prova: 24 tratte maschi, 24 tratte femmine. 14 partecipanti (8 maschi, 6 femmine)

### **3.3.3 Procedura**

Il campione di partecipanti alla ricerca è stato raccolto contattando personalmente i membri della squadra nazionale italiana assoluta di orienteering dopo aver ricevuto conferma via e-mail della disponibilità per la collaborazione da parte della Federazione Italiana Sport Orientamento e dagli allenatori della squadra nazionale assoluta. Il progetto è stato illustrato ai partecipanti tramite e-mail e attraverso un breve incontro di presentazione durante un ritiro della squadra in occasione di una competizione. In entrambe le modalità si è spiegato interamente lo studio, elencato le

competizioni e allenamenti del calendario che sarebbero state considerate e inviato un modulo informativo del progetto contenente il consenso informato da confermare in occasione della somministrazione dei test.

In base alla disponibilità di ogni singolo partecipante sono stati fissati 32 incontri individuali (uno per ogni partecipante) online tramite la piattaforma Zoom. Gli incontri individuali hanno avuto una durata complessiva di circa un'ora e le somministrazioni sono state effettuate nei mesi di ottobre e novembre 2021. Tutti e 32 gli incontri individuali prevedevano inizialmente, dopo aver raccolto digitalmente il consenso firmato, la somministrazione dei test visuospatiali e di ragionamento (5 prove) seguiti dalla compilazione dei questionari sulle attitudini e sui comportamenti spaziali, il tutto tramite l'utilizzo della piattaforma Qualtrics. Le prove visuospatiali erano quattro (Water Level Task, Short Object Perspective Test, Short Mental Rotation Test, Short Embedded Figure Test) e sono state somministrate in ordine casuale tra loro tra i diversi partecipanti nei 32 incontri. Ogni prova richiedeva inizialmente la lettura delle istruzioni seguita da un paio di esempi pratici in cui veniva successivamente data la soluzione dell'esercizio. Al termine degli esempi il partecipante dava inizio al test. Le varie prove erano temporizzate (4 minuti) e, allo scadere del tempo o una volta terminata la prova prima del termine, il sistema passava direttamente alle istruzioni della prova successiva. Successivamente dopo lo svolgimento delle prove visuospatiali il partecipante proseguiva con la prova di ragionamento del Cattell Test. Questa era divisa in due diverse prove di ragionamento e la loro struttura era la stessa dei test visuospatiali (prima la lettura delle istruzioni seguite da esempi pratici) ma il tempo a disposizione era ridotto a 180 secondi per la prima parte e a 150 secondi per la seconda. In seguito ad una piccola pausa, i partecipanti procedevano con la compilazione dei questionari: l'ordine di somministrazione era fisso tra i partecipanti nei diversi incontri individuali e consisteva all'inizio in un questionario demografico e relativo alla pratica sportiva seguito dai questionari di auto-valutazione sulle attitudini e i comportamenti spaziali (nell'ordine di somministrazione: Questionario di ansia spaziale, Questionario di approccio verso

compiti di orientamento, Questionario di senso dell'orientamento e rappresentazioni spaziali) attraverso l'utilizzo della piattaforma Qualtrics. La compilazione dei questionari non era temporizzata. Il questionario ad hoc sulle strategie e tecniche applicate durante la prova di orienteering sul campo veniva invece inviato ai partecipanti entro un paio di giorni dal termine di ciascuna competizione da compilare in autonomia (sempre tramite la piattaforma Qualtrics). Una volta raccolti tutti i dati delle prove visuospatiali e relativi alle prove sul campo si è proceduto con l'analisi dei risultati.

### 3.4. Risultati

#### 3.4.1 Statistiche descrittive del campione

Come descritto in precedenza il campione per questo studio comprende 32 partecipanti, di cui 14 femmine e 18 maschi con un'età media pari a 24.53 (sd=5.53). Nella Tabella 3.2 sono elencati tutti i valori delle medie e delle deviazioni standard di ogni variabile presa in considerazione (età, prove visuospatiali e questionari). Per quanto riguarda le correlazioni calcolate tra le diverse misure visuospatiali, in linea con le aspettative derivate dalla letteratura, le abilità e attitudini visuospatiali mostrano una media-alta correlazione.

	Media	Deviazione Standard
Età	24.53	5.53
Mental Rotation Test	5.81	2.26
Hidden Figure Test	3.75	2.20
Water Level Task	5.03	1.82
Object Perspective Test	3.38	1.36
Cattell Test	12.94	2.30
Questionario sull'Ansia Spaziale	17.97	5.38
Questionario sul Senso d'Orientamento: rappresentazioni spaziali	9.59	2.54
Questionario sul Senso d'Orientamento: senso della direzione	26.78	4.09
Questionario Attitudini verso compiti d'orientamento	29.62	2.89

Tabella 3.2: Statistiche descrittive del campione

### **3.4.2 Analisi di regressione lineare con effetti misti**

Per studiare la relazione tra la prestazione individuale degli atleti e i diversi predittori (prove visuospatiali, attitudini spaziali e strategie utilizzate nelle prove) è stata utilizzata una serie di modelli di regressione lineare. Queste analisi sono state fatte per due diverse variabili dipendenti: la prestazione generale della gara e lo studio dei singoli intertempi di ogni tratta.

#### **3.4.2.1 Analisi di regressione lineare sulla prestazione generale di gara**

Il primo modello di regressione lineare con effetti misti indaga l'effetto dei diversi predittori rispetto alla prestazione generale dell'atleta. La variabile dipendente della prestazione di gara consiste nei metri percorsi dall'atleta ed è stata calcolata attraverso il rapporto tra metri percorsi dal partecipante e distanza della gara prevista in linea d'aria (sempre calcolata in metri). Questo rapporto è stato fatto per evitare che le diverse lunghezze delle singole prove sul campo (molto differenti tra loro) influiscano sui risultati finali. Punteggi alti della variabile dipendente corrispondono a prestazioni peggiori da parte degli atleti. Sono stati inseriti alcuni effetti random per l'analisi e tra questi troviamo: il genere (inserito sia per il fatto che maschi e femmine gareggiano in percorsi differenti), la competizione (inserita per le diverse lunghezze delle varie prove e per le specificità di ogni diversa gara) e il partecipante (inserito in quanto ogni partecipante ha preso parte ad un diverso numero di prove variabili). I valori relativi all'età e ai risultati nella prova Cattell di ragionamento sono stati invece inseriti come covarianti. La numerosità totale dei partecipanti (ovvero il numero totale di prove svolte dai 32 partecipanti) è pari ad 81, di cui sono state raccolte solo 74 tracce GPS e 72 questionari compilati riguardanti le strategie utilizzate durante la prova. E' stata fatta una diversa analisi di regressione per tre gruppi di predittori: i risultati delle diverse prove visuospatiali, i questionari attitudinali e le strategie utilizzate. Nella Tabella 3.3 sono elencati i risultati ottenuti nei primi tre modelli di regressione lineare e variabile dipendente la prestazione generale dell'atleta. Dalla prima analisi di regressione lineare non sono emersi effetti significativi per nessuna delle variabili sulla prestazione generale dell'atleta in nessuna delle diverse

categorie.

	$\beta$	Errore Standard	t value	p-value
<b>Abilità visuospatiali</b>				
Water Level Task	-0.01	0.01	-0.50	0.62
Object Perspective Test	-0.02	0.02	-1.10	0.30
Mental Rotation Test	0.01	0.01	0.71	0.48
Hidden Figure Test	-0.01	0.01	-1.43	0.17
Età	0.01	0.01	1.09	0.28
Cattell Test	-0.01	0.01	-0.66	0.51
<b>Attitudini spaziali</b>				
Questionario Ansia Spaziale	0.01	0.01	2.00	0.06
Questionario Attitudini verso compiti d'orientamento	0.01	0.01	1.43	0.16
Questionario sul Senso d'Orientamento: senso della direzione	0.01	0.01	1.27	0.21
Questionario sul Senso d'Orientamento: rappresentazioni spaziali	-0.01	0.01	-0.30	0.77
Età	0.01	0.01	0.77	0.45
Cattell Test	-0.01	0.01	-1.35	0.18
<b>Strategie</b>				
Tattiche	-0.01	0.03	-0.15	0.88
Tecniche specifiche	-0.01	0,03	-0.02	0.98
Pianificazione	0,01	0,02	0.05	0.96
Semplificazione	-0,01	0,04	-0.15	0.88
Uso della Bussola	-0.01	0.02	-0.60	0.55
Lettura dettagliata	0.03	0.01	1.86	0.07
Età	0.01	0.01	0.05	0.96
Cattell Test	-0.01	0.01	-1.35	0.18

Tabella 3.3 Risultati della regressione lineare con effetti misti e variabile dipendente la prestazione generale

### 3.4.2.2 Analisi di regressione lineare riguardo lo studio degli intertempi

Oltre al modello di regressione sull'effetto sulla prestazione generale è stata svolta un'ulteriore analisi di regressione lineare per indagare l'effetto rispetto agli intertempi di ogni singola tratta. La variabile dipendente risulta essere in questo caso il tempo impiegato dal partecipante per percorrere ogni singola tratta del percorso, calcolato in secondi. Anche in questo caso sono stati inseriti alcuni effetti random per l'analisi, tra cui le stesse variabili del primo modello

(genere, competizione e partecipante) a cui si aggiunge l'effetto dato dalla diversa lunghezza delle singole tratte. I valori relativi all'età e ai risultati nella prova Cattell sono stati inseriti anche in questa analisi come covarianti. La numerosità totale è uguale a quella della prima analisi di regressione a cui si aggiunge il numero totale di tratte di tutti percorsi corse dai vari partecipanti per un totale di 1778 singoli intertempi. I predittori e le loro categorie sono gli stessi dei primi modelli di regressione. Nella tabella 3.4 sono elencati i risultati ottenuti dal secondo modello di regressione lineare con effetti misti e variabile dipendente lo studio degli intertempi del partecipante.

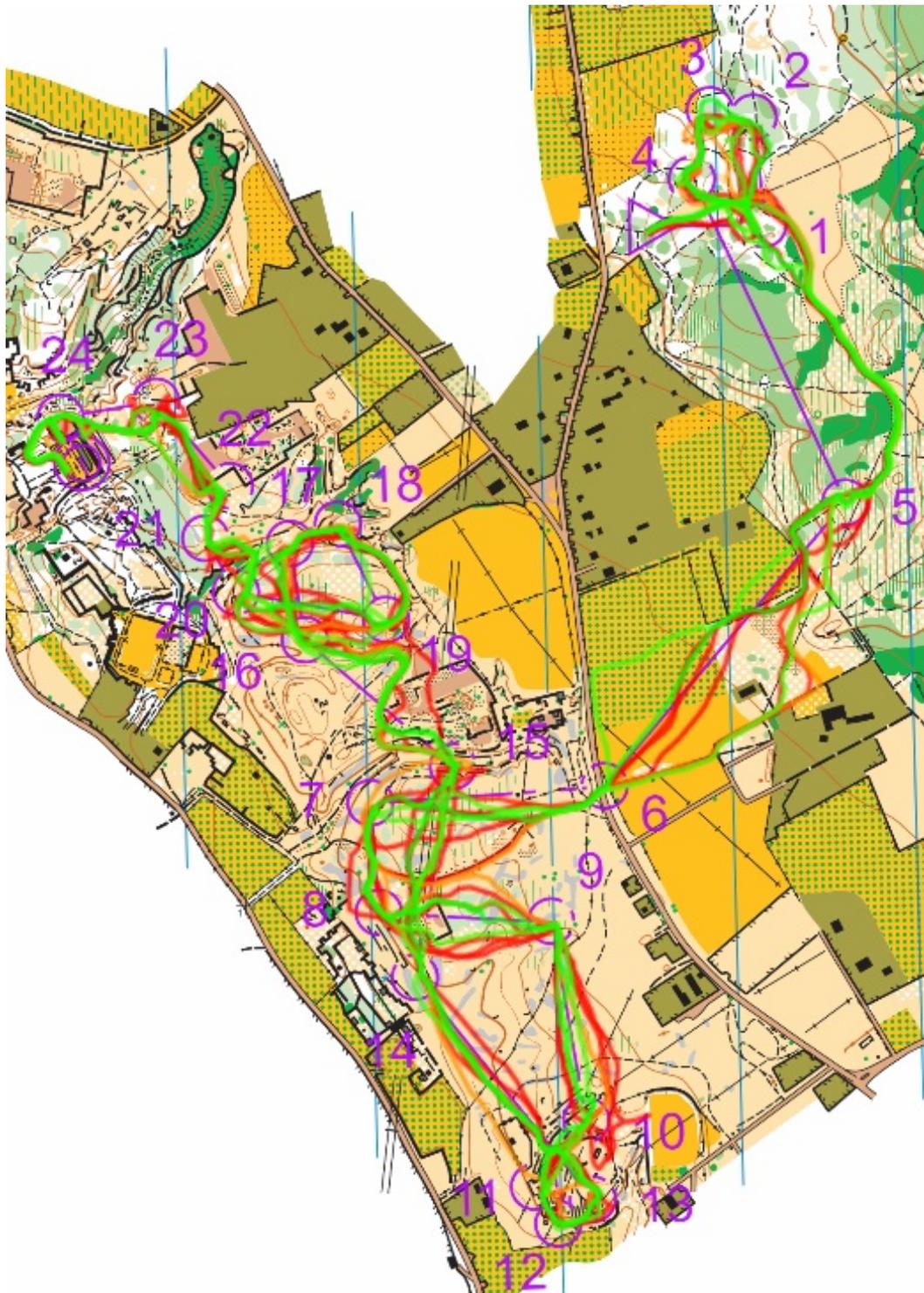
	$\beta$	Errore Standard	t value	p-value
<b>Abilità visuospatiali</b>				
Water Level Task	0.02	1.07	0.02	0.99
Object Perspective Test	-0.35	1.28	-0.28	0.78
Mental Rotation Test	0.34	0.80	0.43	0.67
Hidden Figure Test	-0.73	0.79	-0.92	0.37
Age	-0.24	0.32	-0.73	0.47
Cattell Test	0.19	0.81	0.23	0.82
<b>Attitudini spaziali</b>				
Questionario Ansia Spaziale	0.26	0.34	0.78	0.44
Questionario Attitudini verso compiti d'orientamento	-0.04	0.82	-0.05	0.96
Questionario sul Senso d'Orientamento: senso della direzione	-0.29	0.47	-0.62	0.54
Questionario sul Senso d'Orientamento: rappresentazioni spaziali	0.13	0.73	0.18	0.85
Age	-0.29	0.31	-0.95	0.35
Cattell Test	0.29	0.74	0.40	0.70
<b>Strategie</b>				
Tattiche	4.25	2.50	1.70	0.09
Tecniche specifiche	-1.82	2.52	-0.72	0.47
Pianificazione	-1.40	1.41	-0.99	0.32
Semplificazione	3.55	3.84	0.93	0.36
Uso della Bussola	-0.22	2.25	-0.10	0.92
Lettura	0.03	1.32	0.02	0.98
Age	-0.39	0.31	-1.24	0.23
Cattell Test	0.21	0.72	0.29	0.77

Tabella 3.4 Risultati della regressione lineare con effetti misti e variabile dipendente lo studio degli intertempi

Come dai risultati ottenuti con il primo modello di regressione con variabile dipendente la prestazione generale, anche dalla seconda analisi di regressione sullo studio degli intertempi non sono emersi effetti significativi per nessuna delle variabili.

### **3.4.3 Analisi qualitativa delle prestazioni degli atleti nelle prove di orienteering sul campo**

Per effettuare l'analisi delle prestazioni dei diversi atleti nelle prove di orienteering sul campo è stata effettuata un'analisi qualitativa grazie alla raccolta delle tracce GPS del percorso dei partecipanti. Dai dati forniti dai dispositivi GPS è stato possibile ricavare la distanza totale percorsa dal partecipante e la velocità media di navigazione. Queste sono state abbinate ai dati delle classifiche ufficiali contenenti il tempo totale, i singoli intertempi e la posizione in classifica di ogni atleta. Attraverso l'utilizzo dell'applicazione "LiveLox" si è potuto avere una visione completa delle diverse tracce dei singoli partecipanti a confronto (Figura 3.1) così come si è potuto visualizzare le diverse scelte di percorso effettuate in ogni singola tratta di gara e il numero e la durata degli errori commessi dai diversi atleti. Nella Figura 3.1 si può vedere un esempio dell'analisi di una delle prove utilizzate (la prova numero 2 - una gara nazionale di Coppa Italia Middle distance) in cui sono presenti con diversi colori le varie tracce GPS dei partecipanti. La gradazione è data dalla prestazione temporale dell'atleta: in verde sono rappresentate le tracce GPS degli atleti che hanno impiegato un tempo minore nello svolgere il percorso di gara risultando così più veloci, mentre in rosso quelle degli atleti con un tempo maggiore. Questa gradazione rispecchia la classifica finale della prova e la prestazione dei singoli atleti dove i percorsi segnati in verde rappresentano quelli degli atleti nelle prime posizioni della classifica di gara mentre le altre gradazioni (dal verde chiaro, all'arancione, al rosso) sono in relazione con il distacco temporale ottenuto dal partecipante dal primo classificato e corrispondono, di conseguenza, a prestazioni peggiori e posizioni più basse in classifica. Per avere una stima della durata e del numero degli errori commessi si è distinto tra due diverse tipologie di errore: gli errori di navigazione, ovvero quando l'atleta non esegue



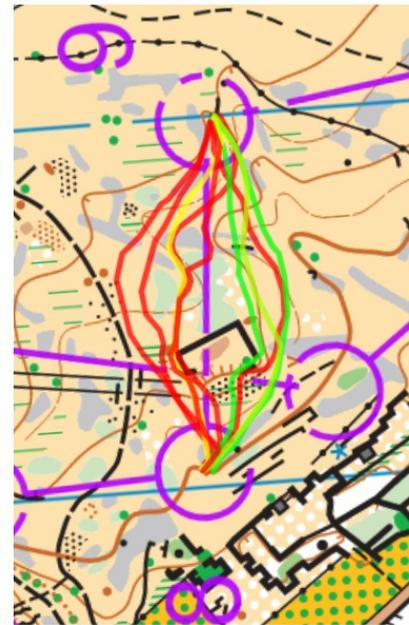
*Figura 3.1: Tracciato di gara della categoria maschile con le diverse tracce GPS del percorso compiuto dai diversi atleti. In verde sono rappresentati i percorsi degli atleti più veloci mentre in rosso degli atleti più lenti*

correttamente una tratta e gli errori di scelta, cioè quando l'esecuzione è corretta ma il percorso scelto non risulta essere ottimale. Riguardo la prima tipologia, è stato considerato un errore di navigazione in una tratta del percorso quando quel singolo intertempo è risultato maggiore del 30%

(o del 15% nelle gare Sprint, in quanto gare molto veloci in cui errori di minor durata influiscono maggiormente in classifica) della media dei tre intertempi più veloci in assoluto in quella tratta. La durata dell'errore consiste nella differenza del tempo impiegato dal partecipante da questa media calcolata. Inoltre, si è guardato le singole tracce GPS delle diverse tratte per verificare la presenza o meno dell'errore di navigazione calcolato (Figura 3.2).



*Figura 3.2: Esempio di un errore di navigazione (in rosso) rispetto ad una navigazione corretta (in verde)*



*Figura 3.3: Esempio di due diverse scelte di percorso in cui una (in verde) si è dimostrata mediamente più veloce dell'altra (in rosso)*

Per quanto riguarda invece gli errori di scelta è stata fatta unicamente un'analisi delle tracce GPS. Quando si vedeva in diversi atleti che una scelta di percorso risultava essere più lenta in termini di tempo rispetto ad un altro tragitto (a pari o maggior velocità di corsa) questo veniva considerato un errore di scelta (Figura 3.3). La sua durata dipendeva dalla differenza di tempo medio impiegato tra le due diverse scelte di percorso tenendo in considerazione la velocità di corsa dell'atleta in quella singola tratta. Nella tabella 3.5 è possibile vedere un riassunto dell'analisi della prova sul campo e dei diversi dati raccolti grazie alle tracce GPS e alle classifiche ufficiali mentre nell'appendice si trovano tutte le diverse analisi delle altre prove effettuate.

CODE	Genere	TempoTotale	Classifica	Distacco	Distanza Linea	Distanza Percorsa	Velocità Media	Errori Durata	Errori Numero
VZ	F	2263	2	124	5160	6475	10,3	70	2
EC	F	2321	3	182	5160	6525	10,12	95	5
IP	F	2374	4	235	5160	6419	9,73	100	4
NS	F	2503	5	364	5160	6396	9,2	110	7
AP	F	2579	6	440	5160	6618	9,24	240	5
AC	F	2640	7	561	5160	7262	9,9	445	8
SR	F	2835	10	696	5160	6797	8,63	525	6
JL	F	2228	NC	NC	5160	6393	10,33	80	1
AT	M	1898	1	0	5770	6719	12,74	10	1
GZ	M	1907	2	9	5770	6931	13,08	90	2
MC	M	1909	3	11	5770	6808	12,84	35	3
ST	M	1969	4	71	5770	7300	13,35	50	4
SC	M	1993	5	95	5770	6821	12,32	50	4
DB	M	2003	6	105	5770	6948	12,49	20	3
RD	M	2028	7	130	5770	6770	12,02	60	3
EM	M	2047	8	149	5770	7172	12,61	105	4
LL	M	2582	12	686	5770	7788	10,86	395	11
FB	M	2633	15	735	5770	No gps	No gps	85	7
PP	M	2360	5	628	5160	6333	9,66	195	6

Tabella 3.5: Analisi della Prova sul campo Numero 2 - Gara di Coppa Italia Middle

### 3.5 Discussione

Dai risultati ottenuti attraverso l'analisi di regressione lineare non è emerso alcun effetto statisticamente significativo dei predittori considerati per nessuna delle variabili di prestazione sul campo preso in esame. I risultati quindi non sono in linea con le ipotesi dello studio. Non è stata infatti trovata alcuna relazione tra le prestazioni individuali in prove di orienteering sul campo da parte di atleti di élite e l'utilizzo di diverse strategie o tecniche durante la pratica (Ipotesi 1) e nessuna specifica categoria di strategie è risultata ottimale nel facilitare la navigazione e migliorare la prestazione. Allo stesso modo, non è stata trovata una relazione tra la prestazione individuale nelle prove sul campo e varie abilità visuospatiali (Ipotesi 2) così come con non è emersa una

relazione tra prestazione e diverse attitudini spaziali (Ipotesi 3). Le ipotesi dello studio non sono state confermate e migliori risultati in prove di orienteering sul campo non sono risultati in relazione con l'utilizzo di particolari tecniche o strategie, con maggiori abilità visuospatiali, con una maggior autovalutazione percepita in compiti di natura spaziale, con un maggior senso della direzione e dell'orientamento, con una minor ansia spaziale provata o con un maggior piacere nell'esplorare posti sconosciuti.

Le spiegazioni per le quali i risultati si discostano dalle ipotesi dello studio possono essere molteplici. Una prima spiegazione è la tipologia di campione utilizzato per la ricerca: essendo i partecipanti allo studio tutti membri della squadra nazionale, risultano essere parte di una categoria ristretta di atleti di élite con una carriera e competenza sportiva di alto livello. Questo, secondo diversi studi (Mann et al., 2007; Voss et al., 2010, Scharfet & Memmert, 2019) porta a migliori abilità cognitive anche per quanto riguarda le abilità visuospatiali e di navigazione in un ambiente. Tutti gli atleti d'élite selezionati per lo studio, hanno possibilmente sviluppato con l'esperienza sportiva un forte allenamento di questa serie di abilità e questo può portare ad una minor variabilità all'interno del campione utilizzato per ricerca e, di conseguenza, a nessun risultato statisticamente significativo nella relazione tra la prestazione sportiva e abilità visuospatiali. Lo stesso si rispecchia per quanto riguarda le attitudini individuali visuospatiali: la pratica dell'orienteering favorisce l'apprendimento spaziale portando ad una percezione del senso dell'orientamento migliore, una diminuzione dell'ansia spaziale percepita e maggior piacere nell'esplorare posti sconosciuti (Feraco et al., 2021). E' possibile che tutti questi atleti, grazie alla loro esperienza, abbiano raggiunto attitudini simili che non permettono di rilevare differenze significative nella loro relazione con la prestazione durante una prova pratica. Infine, riguardo l'utilizzo di strategie specifiche durante la prestazione, è possibile che grazie al continuo allenamento e alla pratica, tutti questi atleti abbiano imparato a utilizzare le diverse categorie di tecniche per facilitare la navigazione in maniera ottimale e siano in grado di applicare con successo tutte le varie tipologie di strategie al momento

opportuno senza avere conseguenze con la relazione con la prestazione sportiva finale. Il campione risulta essere di una categoria ristretta d'élite per trovare una relazione significativa per tutte e tre le ipotesi dello studio.

Un'altra spiegazione può derivare dal numero di prove sul campo utilizzate. Nello sport dell'orienteeering l'utilizzo delle diverse tecniche e strategie non dipende solamente dalle capacità dell'atleta ma anche dalla tipologia di terreno, tracciato e competizione in cui si svolge la competizione. Ad esempio, le tecniche utilizzate in un terreno alpino con dislivelli elevati possono essere differenti da quelle applicate in un terreno carsico così come le strategie utilizzate in una prova di breve durata possono variare rispetto a quelle applicate in gare di lunghezza maggiore. Di conseguenza, il numero di prove utilizzate per questa ricerca risulta essere troppo ridotto per avere un'idea chiara di quali siano le strategie più utilizzate per una prestazione di successo generalizzabili in qualsiasi tipologia di competizione e terreno.

Un'ulteriore spiegazione per i risultati ottenuti può derivare dal fatto che i singoli atleti non hanno partecipato a tutte le prove prese in esame nella ricerca. Infatti, solo due atleti del campione hanno preso parte a tutte e cinque le competizioni in calendario mentre gli altri (per motivi personali) hanno partecipato solamente ad un numero inferiore di prove. Di conseguenza il numero di gare utilizzate per l'analisi delle prove sul campo, di per se già non elevato, risulta ulteriormente ridotto e inoltre variabile tra i diversi partecipanti e questo può portare a risultati diversi. In aggiunta, non sempre i partecipanti alle diverse prove hanno caricato la loro traccia GPS o compilato il questionario riguardante le strategie utilizzate, diminuendo ulteriormente il numero di dati a disposizione per l'analisi. Essendo l'orienteeering uno sport che richiede l'utilizzo di numerose abilità cognitive (Eccles et al., 2002), la prestazione sportiva dipende da molte variabili e molto spesso l'atleta può commettere errori giungendo ad una performance non ottimale in ogni singola competizione. Di conseguenza un numero di gare molto ridotto può non rispecchiare a pieno le vere capacità di ogni atleta.

Un altro motivo per cui i risultati si discostano dalle ipotesi può derivare dal fatto che, per questa ricerca, i vari test visuospatiali sono stati somministrati nella loro versione ridotta al posto della versione integrale. Questo è stato fatto per evitare di avere una durata temporale troppo elevata in quanto le prove sono state somministrate tutte nella stessa sessione individuale tramite colloquio online. Solo con la versione ridotta infatti, la somministrazione dei test aveva una durata complessiva di circa mezz'ora. Vista l'alta competenza sportiva del campione di partecipanti ed essendo l'orienteeing uno sport che coinvolge altamente l'utilizzo di abilità visuospatiali sarebbe stato forse più opportuno somministrare la versione integrale delle diverse prove visuospatiali al fine di avere un quadro più completo ed esaustivo di tutte le abilità visuospatiali dei singoli partecipanti. Inoltre, la somministrazione delle prove è stata effettuata in tempistiche diverse tra i vari atleti e non allo stesso momento nella stessa situazione. Variabili come stanchezza e motivazione o il tipo di ambientazione in cui è stato svolto l'incontro online, possono aver influito in maniera differente sui risultati delle prove visuospatiali nei vari atleti.

Un'ulteriore spiegazione possibile per spiegare la mancanza di una relazione nei risultati per quanto riguarda l'utilizzo delle diverse strategie e tecniche durante le prove sul campo può derivare dal fatto che due delle prove sul campo utilizzate per la ricerca consistevano in delle gare a staffetta, in cui l'atleta corre individualmente e al termine della sua prova dà il cambio al compagno di squadra. Questa tipologia di competizione può portare a delle dinamiche di gara particolari (come ad esempio un numero maggiore di atleti lungo il percorso oppure la differenza data dal fatto di ricevere il cambio in testa alla gara o a metà classifica) che possono implicare l'utilizzo di diverse strategie rispetto a da quelle che avrebbe utilizzato il singolo atleta in una gara individuale e di conseguenza la prestazione di ogni atleta potrebbe variare.

Per quanto riguarda invece l'analisi qualitativa delle prestazioni sul campo dei diversi atleti, alcuni elementi che possono aver interferito con la valutazione delle singole prestazioni possono riguardare la precisione delle tracce GPS. In alcune situazioni infatti, i diversi dispositivi GPS

personali degli atleti non risultano essere particolarmente precisi per svariati motivi, come ad esempio un segnale GPS debole in quella località, la carica della batteria del dispositivo, le condizioni atmosferiche o il tipo di apparecchio utilizzato. Questo porta a delle tracce del percorso non precise in cui può risultare difficile estrapolare alcune informazioni richieste per l'analisi della prestazione.

Inoltre, per quanto riguarda il calcolo degli errori (sia per gli errori di navigazione che per quelli di scelta), essendo la loro durata stimata attraverso l'utilizzo di un criterio, è possibile che in certi casi questa stima non corrisponda alla durata effettiva dell'errore ma risulti inferiore o superiore al valore reale, influenzando così sul calcolo della durata complessiva degli errori commessi da ogni atleta nella sua prestazione di gara.

Infine, nelle gare a staffetta sono presenti alcune lievi biforcazioni del tracciato per fare in modo che gli atleti non si seguano l'uno con l'altro in quanto la partenza avviene in gruppo. Questo può portare a delle lievi differenze nelle scelte di percorso e il calcolo preciso della stima della durata degli errori di scelta risulta essere più difficile rispetto ad una gara individuale.

In sintesi, nonostante le premesse teoriche a favore delle ipotesi, dai risultati della ricerca non è stata trovata nessuna relazione tra prestazioni individuali di orienteering, abilità e attitudini visuospatiali e l'applicazione di diverse strategie e tecniche durante la prova sul campo in un gruppo di atleti di alto livello e le motivazioni possibili per spiegare questa mancanza di una relazione sono diverse e comprendono diversi aspetti e ambiti dello studio.

## CAPITOLO 4

### CONCLUSIONE

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello esaminare la relazione tra abilità visuospatiali, attitudini spaziali e l'utilizzo di strategie e tecniche specifiche con prestazioni individuali nello sport dell'orienteeing da parte di atleti membri della squadra nazionale italiana di orienteeing. Nello specifico, le tre ipotesi supponevano l'esistenza di una relazione tra la prestazione individuale in prove di orienteeing sul campo con l'utilizzo di strategie e tecniche specifiche durante la pratica (Ipotesi 1), con le abilità visuospatiali dell'atleta (Ipotesi 2) o con una serie di attitudini e comportamenti spaziali relativi a compiti di orientamento (Ipotesi 3).

Gli studi presenti in letteratura mostrano come un atleta esperto di orienteeing utilizzi una serie di strategie specifiche durante la pratica per facilitare la navigazione (Eccles, 2002; 2008; 20015) e come questi atleti ottengano punteggi più alti in test che misurano le abilità visuospatiali (Feraco et al., 2021). Inoltre, da studi precedenti si è mostrato che le attitudini spaziali sono in relazione con abilità di orientamento e navigazione in un ambiente (Feraco et al., 2021; He & Hegarty, 2020; Pazzaglia et al., 2018, 2016; Meneghetti et al., 2014).

Per svolgere questa ricerca, ai 32 partecipanti coinvolti sono state somministrate individualmente una serie di prove visuospatiali (nello specifico: Water Level Task, Short Object Perspective Test, Short Mental Rotation Test, Short Embedded Figure Test) seguite da una prova di ragionamento (Cattell Test) e diversi questionari riguardanti le loro attitudini e comportamenti in compiti di natura spaziale (Questionario di ansia spaziale, Questionario di approccio verso compiti di orientamento, Questionario di senso dell'orientamento e rappresentazioni spaziali). Inoltre, ai partecipanti veniva chiesto di indossare un dispositivo GPS in ogni singola prova di orienteeing sul campo (per un totale di 5 competizioni) e, al termine di ogni prova, di caricare la traccia del

percorso sul software “Livelox” e di compilare il questionario riguardante l’utilizzo di diverse strategie o tecniche di orienteering durante quella specifica prova. Una volta raccolti tutti i dati si è proceduto con le analisi delle prestazioni sul campo e con i modelli di regressione.

Nonostante le premesse teoriche, dalle analisi di regressione lineare effettuate per analizzare i dati raccolti per questa ricerca non sono emersi effetti statisticamente significativi a favore di nessuna delle ipotesi dello studio. Non è stata quindi trovata alcuna relazione tra la prestazione individuale in prove di orienteering sul campo con l'utilizzo di varie strategie durante la pratica, con le abilità visuospatiali o con le attitudini spaziali individuali.

Le spiegazioni per il fatto che i risultati si discostano dalle ipotesi dello studio possono essere diverse e comprendono: la tipologia di campione di élite utilizzato, la modalità di somministrazione dei test visuospatiali e la loro breve durata oppure il numero troppo ridotto e la tipologia di prove di orienteering sul campo utilizzate per ricavare i dati.

Non è possibile quindi trarre da questo studio nessuna conclusione sull'esistenza o meno di una relazione tra abilità visuospatiali, strategie specifiche e attitudini spaziali con prestazioni individuali in prove di orienteering sul campo.

Per ulteriori studi e approfondimenti è necessario modificare alcune variabili come la tipologia di campione utilizzato, confrontandolo per esempio ad un gruppo di atleti principianti della disciplina o con un certo grado di esperienza di competizioni amatoriali per poter avere un confronto maggiore e un'idea più chiara dell'influenza dell'esperienza in atleti di élite (rispetto ad atleti principianti) sulle diverse abilità visuospatiali e sull'utilizzo di strategie specifiche e la loro possibile relazione con le differenti prestazioni individuali. Inoltre, sarebbe preferibile utilizzare un numero di competizioni e prove sul campo maggiore con una partecipazione più costante da parte degli atleti, così da avere un ricchezza di dati maggiore nelle diverse tipologie di competizioni e di terreni in modo da avere un quadro più completo riguardo le strategie utilizzate e le varie prestazioni individuali degli atleti.

## BIBLIOGRAFIA

- Annett, M. (1992). Spatial ability in subgroups of left- and righthanders. *British Journal of Psychology*, 83(4), 493–515.
- Aguilar Ramirez, D. E., Blinch, J., & Gonzalez, C. L. (2021). One brick at a time: Building a developmental profile of spatial abilities. *Developmental psychobiology*, 63(6), e22155.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex roles*, 20(5-6), 327-344.
- \*Berthoz, A. (2013). La vicariance: le cerveau créateur de mondes. Odile Jacob.
- \*Berthoz, A. (1987). Perception du mouvement et représentation de l'espace. *Le Courrier du C. N. R. S.*, 69/70, 26–30.
- \*Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94(2), 115–147.
- \*Byrne, A., & Byrne, D. G. (1993). The effect of exercise on depression, anxiety and other mood states: a review. *Journal of psychosomatic research*, 37(6), 565-574.
- \*Carroll, J. B. (1993). Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. *New York, NY: Cambridge University Press.*
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., ... & Kramer, A. F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1166-1170.
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of environmental psychology*, 24(3), 329-340.
- \*Cooper, K. H. (1968). *Aerobics*. New York: M. Evans and Company. Inc., 1968.

- Corballis, M. C., & Roldan, C. E. (1975). Detection of symmetry as a function of angular orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1(3), 221.
- \*Cornoldi, C., De Beni, R., Pazzaglia, F., & Favaretto, F. (2003). Abilità spaziale e senso dell'orientamento in persone che praticano l'orienteering [Spatial abilities and sense of direction in people who practice orienteering]. In M. R. Baroni & S. Falchiero (Eds.), *Psicologia ambientale e dintorni. Ricordo di Mimma Peron* (pp. 61–73).
- Costa, M., & Bonetti, L. (2018). Geometrical distortions in geographical cognitive maps. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 53-69.
- \*Di Tore, P. A. (2014). Perception Of Space, Empathy And Cognitive Processes: Design Of A Video Game For The Measurement Of Perspective Taking Skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9.
- \*Dishman, R.K. et al. (2006) The neurobiology of exercise. *Obes. Res.* 14, 345–356
- Eccles, D. W., Walsh, S. E., & Ingledew, D. K. (2002). A grounded theory of expert cognition in orienteering. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24(1), 68-88.
- \*Eccles, D. W., Walsh, S. E., & Ingledew, D. K. (2002). The use of heuristics during route planning by expert and novice orienteers. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 327-337.
- Eccles, D. W. (2006). Thinking outside of the box: The role of environmental adaptation in the acquisition of skilled and expert performance. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1103-1114.
- Eccles, D. W. (2008). Experts' circumvention of processing limitations: An example from the sport of orienteering. *Military Psychology*, 20(sup1), S103-S121.
- Eccles, D. W., & Aarsal, G. (2015). How do they make it look so easy? The expert orienteer's cognitive advantage. *Journal of Sports Sciences*, 33(6), 609-615.
- \*Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the

acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363–406.

\*Eliot, J. (1987). Models of psychological space: Psychometric, developmental and experimental approaches. *New York, NY: Spring*

Feraco, T., Bonvento, M., & Meneghetti, C. (2021). Orienteering: What relation with visuospatial abilities, wayfinding attitudes, and environment learning?. *Applied Cognitive Psychology*, 35(6), 1592-1599.

\*Furley, P., & Memmert, D. (2011). Studying cognitive adaptations in the field of sport: Broad or narrow transfer? A comment on Allen, Fioratou, and McGeorge (2011). *Perceptual and Motor Skills*, 113(2), 481-488.

Gaunet, F., & Berthoz, A. (2000). Mental rotation for spatial environment recognition. *Cognitive brain research*, 9(1), 91-102.

\*Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. *Hilldale, USA*, 1(2), 67-82.

\*Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In *Visualization in science education* (pp. 9-27). Springer, Dordrecht.

\*Goldberg, S., & Lewis, M. (1969). Play behavior in the year-old infant: early sex differences. *Child Development*, 40(1), 21–31.

\*Golledge, R. G. (1999). Human wayfinding and cognitive maps. In R. G. Golledge (Ed.), *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes* (pp. 5–45). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

\*Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537.

Guzmán, J. F., Pablos, A. M., & Pablos, C. (2008). Perceptual-cognitive skills and performance in orienteering. *Perceptual and motor Skills*, 107(1), 159-164.

Hassmen, P., Koivula, N., & Uutela, A. (2000). Physical exercise and psychological well-being: a population study in Finland. *Preventive medicine*, 30(1), 17-25.

- He, C., & Hegarty, M. (2020). How anxiety and growth mindset are linked to navigation ability: Impacts of exploration and GPS use. *Journal of Environmental Psychology, 71*, 101475.
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence, 34*(2), 151-176.
- \*Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking (pp. 121–169)*. New York, NY: Cambridge University Press.
- \*Herring, M. P., Lindheimer, J. B., & O'Connor, P. J. (2014). The effects of exercise training on anxiety. *American Journal of Lifestyle Medicine, 8*(6), 388-403.
- \*Hoffman, D. D., & Singh, M. (1997). Salience of visual parts. *Cognition, 63*(1), 29–78.
- \*Hund, A. M., & Minarik, J. L. (2006). Getting from here to there: Spatial anxiety, wayfinding strategies, direction type, and wayfinding efficiency. *Spatial Cognition and Computation, 2*(3), 179–201.
- Ishikawa, T., & Montello, D. R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive psychology, 52*(2), 93-129.
- Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise, 15*(5), 521-527.
- \*Kolb, H., Sobotka, R., & Werner, R. (1987). A model of performance-determining components in orienteering. *Scientific Journal of Orienteering, 3*(2), 71-81.
- Koshura, A., & Baidiuk, M. (2019). The factor structure of the physical condition of the 13 year-old young men going in orienteering.
- Kramer, A. F., & Erickson, K. I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical

- activity on cognition and brain function. *Trends in cognitive sciences*, 11(8), 342-348.
- Krenn, B., Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (2018). Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 38, 72-79.
- \*Kubota, Y., Evenson, K. R., MacLehose, R. F., Roetker, N. S., Joshi, C. E., & Folsom, A. R. (2017). Physical activity and lifetime risk of cardiovascular disease and cancer. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(8), 1599.
- \*Larson, E.B. et al. (2006) Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age or older. *Ann. Intern. Med.* 144, 73–81
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex roles*, 30(11), 765-779.
- \*Lawton, C. A., Charleston, S. I., & Zieles, A. S. (1996). Individual-and gender-related differences in indoor wayfinding. *Environment and Behavior*, 28(2), 204-219.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- \*Lynch, K. (1960). The image of the environment. *The image of the city*, 11, 1-13.
- \*Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence (Vol. 4, pp. 181–248)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lovett, A., & Schultheis, H. (2021). Spatial adaptation: modeling a key spatial ability. *Spatial Cognition & Computation*, 21(2), 89-113.
- Macquet, A. C., Eccles, D. W., & Barraux, E. (2012). What makes an orienteer an expert? A case study of a highly elite orienteer's concerns in the course of competition. *Journal of sports sciences*, 30(1), 91-99.
- Malinowski, J. C. (2001). Mental rotation and real-world wayfinding. *Perceptual and Motor Skills*, 92(1), 19-30.

- Malinowski, J. C., & Gillespie, W. T. (2001). Individual differences in performance on a large-scale, real-world wayfinding task. *Journal of Environmental Psychology, 21*(1), 73-82.
- \*Mandolesi, L., Gelfo, F., Serra, L., Montuori, S., Polverino, A., Curcio, G., & Sorrentino, G. (2017). Environmental factors promoting neural plasticity: insights from animal and human studies. *Neural plasticity*.
- \*Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 29*(4), 457-478.
- \*McNeill, C. (2014). *Orienteering: Skills-Techniques-Training*. Crowood.
- Meneghetti, C., Borella, E., Pastore, M., & De Beni, R. (2014). The role of spatial abilities and self-assessments in cardinal point orientation across the lifespan. *Learning and Individual Differences, 35*, 113-121.
- Millet, G. Y., Divert, C., Banizette, M., & Morin, J. B. (2010). Changes in running pattern due to fatigue and cognitive load in orienteering. *Journal of sports sciences 28*(2), 153-160.
- \*Moffat, S. D., & Hampson, E. (1996). Salivary testosterone levels in left- and right-handed adults. *Neuropsychologia, 34*(3), 225–233
- Montello, D. R. (1993, September). Scale and multiple psychologies of space. In *European conference on spatial information theory* (pp. 312-321). Springer, Berlin, Heidelberg.
- \*Montello, D. R. (2005). *Navigation*. Cambridge University Press.
- \* Mortimer, J. A., & Stern, Y. (2019). Physical exercise and activity may be important in reducing dementia risk at any age. *Neurology, 92*(8), 362-363.
- Mottet, M., Eccles, D. W., & Saury, J. (2016). Navigation in outdoor environments as an embodied, social, cultural, and situated experience: An empirical study of orienteering. *Spatial Cognition & Computation, 16*(3), 220-243
- \*Neisser, U. (1976). *Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

- \*Nougier, V., Stein, J.-F., & Bonnel, A.-M. (1991). Information processing in sport and orienting of attention. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 307–327.
- Notarnicola, A., Vicenti, G., Tafuri, S., Fischetti, F., Laricchia, L., Guastamacchia, R., & Moretti, B. (2012). Improved mental representation of space in beginner orienteers. *Perceptual and motor skills*, 114(1), 250-260.
- \*O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). Spatial behaviour. The hippocampus as a cognitive map. *Oxford Clarendon Press*.
- Ozel, S., Larue, J., & Molinaro, C. (2004). Relation between sport and spatial imagery: comparison of three groups of participants. *The Journal of psychology*, 138(1), 49-64.
- \*Pazzaglia, F., Meneghetti, C., Labate, E., & Ronconi, L. (2016). Are wayfinding self-efficacy and pleasure in exploring related to shortcut finding? A study in a virtual environment. In *Spatial cognition X* (pp. 55-68). Springer, Cham.
- \*Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2017). Acquiring spatial knowledge from different sources and perspectives: Abilities, strategies and representations. In *Representations in mind and world* (pp. 120-134). Routledge.
- \*Pazzaglia, F., Meneghetti, C., & Ronconi, L. (2018). Tracing a route and finding a shortcut: The working memory, motivational, and personality factors involved. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 225.
- Pesce, C., Cereatti, L., Casella, R., Baldari, C., & Capranica, L. (2007). Preservation of visual attention in older expert orienteers at rest and under physical effort. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(1), 78-99.
- \*Russell, J. A., & Ward, L. M. (1982). Environmental psychology. *Annual Review of Psychology*, 33, 651-688.
- Roca-González, C., Martín Gutiérrez, J., García-Dominguez, M., & Mato Carrodegua, M. D. C. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students.

- González, C. R., Martín-Gutiérrez, J., Domínguez, M. G., HernanPérez, A. S., & Carrodeguas, C. M. (2013). Improving spatial skills: An orienteering experience in real and virtual environments with first year engineering students. *Procedia Computer Science*, 25, 428-435.
- Scharfen, H. E., & Memmert, D. (2019). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *Applied Cognitive Psychology*, 33(5), 843-860.
- Schmidt, M., Egger, F., Kieliger, M., Rubeli, B., & Schüller, J. (2016). Gymnasts and orienteers display better mental rotation performance than nonathletes. *Journal of individual differences*.
- \*Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 10, pp. 9–55). New York: Academic Press
- Silverman, I., & Eals, M. (1992). Sex Differences in Spatial Abilities: Evolutionary Theory and Data. In Barkow, H., Cosmides, I., & Tooby, J. (Eds.), *The Adapted Mind*. New York: Oxford ed
- Singer, R. N. (2000). Performance and human factors: Considerations about cognition and attention for self-paced and externally-paced events. *Ergonomics*, 43(10), 1661-1680.
- Sirakov, I., & Belomazheva-Dimitrova, S.(2021). Effect of the training program on mental qualities in elite orienteers. *Journal of Physical Education & Sport*, 21(3).
- \*Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (2003). Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise. Champaign, IL: Human Kinetics
- \*Thurstone, L. L. (1947). Multiple-factor analysis. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological review*, 55(4), 189.
- \*Tversky, B. (1981). Distortions in memory for maps. *Cognitive Psychology*, 13(3), 407–433.
- \* Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and

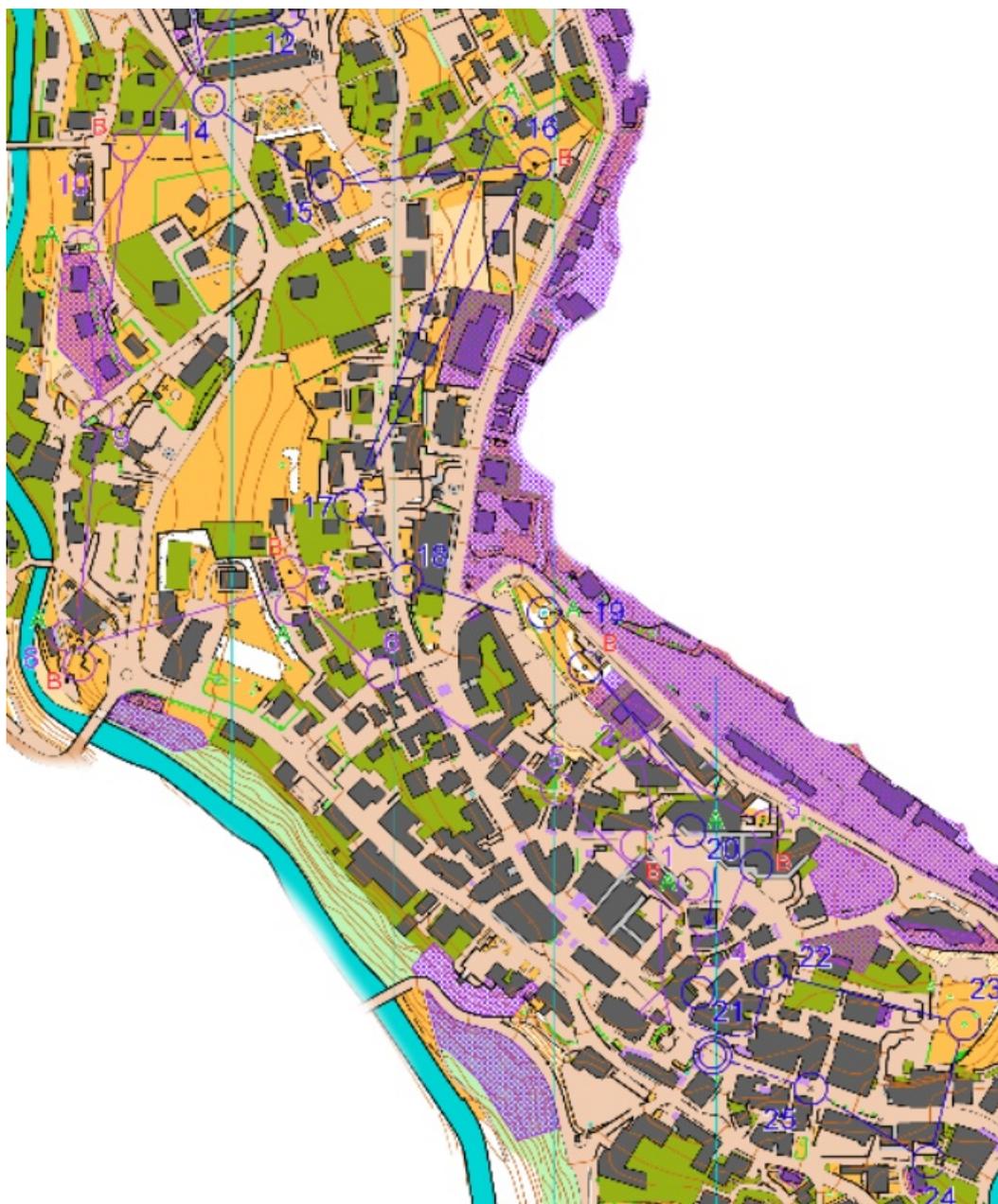
- how?. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 57, pp. 147-181). Academic Press.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological bulletin*, *139*(2), 352.
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied cognitive psychology*, *24*(6), 812-826.
- Voyer, D., & Jansen, P. (2017). Motor expertise and performance in spatial tasks: A meta-analysis. *Human Movement Science*, *54*, 110-124.
- \*Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological bulletin*, *117*(2), 250.
- Wiener, J. M., Büchner, S. J., & Hölscher, C. (2009). Taxonomy of human wayfinding tasks: A knowledge-based approach. *Spatial Cognition & Computation*, *9*(2), 152-165.
- \*Williams, C. L., Barnett, A. M., & Meck, W. H. (1990). Organizational effects of early gonadal secretions on sexual differentiation in spatial memory. *Behavioral Neuroscience*, *104*(1), 84-97.
- Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities?. *Trends in cognitive sciences*, *14*(3), 138-146.
- Zach, S., Inglis, V., Fox, O., Berger, I., & Stahl, A. (2015). The effect of physical activity on spatial perception and attention in early childhood. *Cognitive Development*, *36*, 31-39.
- \*Zimring, C. M. (1981). Stress and the designed environment. *Journal of Social Issues*, *37*, 145-171

## APPENDICE

### Analisi delle prestazioni delle prove di Orienteering sul campo

CODE	Genere	Competizione	TempoTotale	Classifica	Distacco	DistanzaLinea	DistanzaPerco	VelocitaMedia	ErroriDurata	ErroriNumero
CD	F	WorldCupSprintRelay	1020	28	59	2651	3789	13,37	0	0
AS	F	WorldCupSprintRelay	1150	77	189	2651	3727	11,67	15	1
MR	F	WorldCupSprintRelay	1157	83	176	2651	3860	12,01	8	2
VZ	F	WorldCupSprintRelay	1157	83	176	2651	4034	12,55	10	1
CS	F	WorldCupSprintRelay	1187	89	226	2651	4188	12,70	105	1
JL	F	WorldCupSprintRelay	1200	91	239	2651	3990	11,97	5	1
RS	M	WorldCupSprintRelay	962	5	23	2931	4169	15,60	0	0
IA	M	WorldCupSprintRelay	1013	32	74	2931	4291	15,25	0	0
FM	M	WorldCupSprintRelay	1044	56	105	2931	4411	15,21	0	0
GZ	M	WorldCupSprintRelay	1051	62	112	2931	4477	15,34	0	0
MD	M	WorldCupSprintRelay	1060	66	121	2931	4144	14,07	0	0
MS	M	WorldCupSprintRelay	1076	74	137	2931 no gps			8	2
LP	M	WorldCupSprintRelay	1045 NC		NC	2931	4524	15,59	12	2

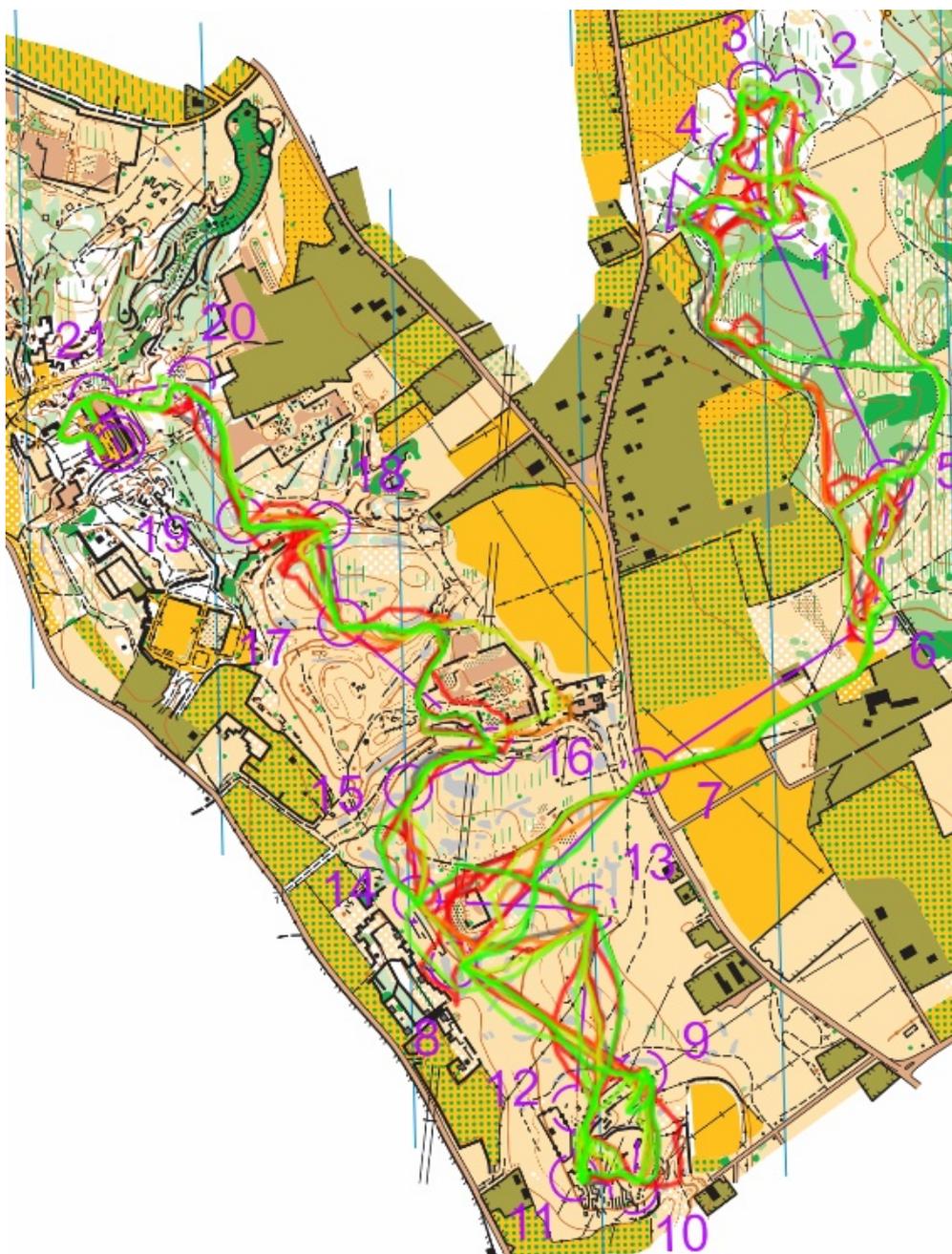
### Analisi delle prestazioni sul campo - Prova 1



Tracciato di gara della prova 1 del percorso femminile senza le tracce GPS

CODE	Genere	Competizione	TempoTotale	Classifica	Distacco	DistanzaLinea	DistanzaPercorsa	VelocitaMedia	ErroriDurata	ErroriNumero
VZ	F	CoppaltaliaMiddle	2263	2	124	5160	6475	10,30	70	2
EC	F	CoppaltaliaMiddle	2321	3	182	5160	6525	10,12	95	5
IP	F	CoppaltaliaMiddle	2374	4	235	5160	6419	9,73	100	4
NS	F	CoppaltaliaMiddle	2503	5	364	5160	6396	9,20	110	7
AP	F	CoppaltaliaMiddle	2579	6	440	5160	6618	9,24	240	5
AC	F	CoppaltaliaMiddle	2640	7	561	5160	7262	9,90	445	8
SR	F	CoppaltaliaMiddle	2835	10	696	5160	6797	8,63	525	6
JL	F	CoppaltaliaMiddle	2228	NC	NC	5160	6393	10,33	80	1
AT	M	CoppaltaliaMiddle	1898	1	0	5770	6719	12,74	10	1
GZ	M	CoppaltaliaMiddle	1907	2	9	5770	6931	13,08	90	2
MC	M	CoppaltaliaMiddle	1909	3	11	5770	6808	12,84	35	3
ST	M	CoppaltaliaMiddle	1969	4	71	5770	7300	13,35	50	4
SC	M	CoppaltaliaMiddle	1993	5	95	5770	6821	12,32	50	4
DB	M	CoppaltaliaMiddle	2003	6	105	5770	6948	12,49	20	3
RD	M	CoppaltaliaMiddle	2028	7	130	5770	6770	12,02	60	3
EC	M	CoppaltaliaMiddle	2047	8	149	5770	7172	12,61	105	4
LL	M	CoppaltaliaMiddle	2582	12	686	5770	7788	10,86	395	11
FB	M	CoppaltaliaMiddle	2633	15	735	5770 no gps	no gps		85	7
PP	M	CoppaltaliaMiddle	2360	5	628	5160	6333	9,66	195	6

*Analisi delle prestazioni sul campo - Prova 2*



*Tracce GPS della prova 2 - Percorso Femminile*

CODE	Genere	Competizione	TempoTotale	Classifica	Distacco	DistanzaLinea	DistanzaPerco	VelocitaMedia	ErroriDurata	ErroriNumero
VZ	F	CampionatiItalianiSprintRelay	798	1	0	2970	2532	11,42	5	1
JL	F	CampionatiItalianiSprintRelay	813	2	15	2970	2580	11,42	15	1
IP	F	CampionatiItalianiSprintRelay	857	4	59	2970	2665	11,19	20	2
NS	F	CampionatiItalianiSprintRelay	859	5	61	2970	2711	11,36	15	3
SR	F	CampionatiItalianiSprintRelay	899	6	101	2970	2681	10,74	30	1
AC	F	CampionatiItalianiSprintRelay	1082	10	308	3420	3139	10,44	85	5
EC	F	CampionatiItalianiSprintRelay	1122	15	348	3420	3291	10,56	20	1
AS	F	CampionatiItalianiSprintRelay	730	1	0	2760	2359	11,63	5	1
AP	F	CampionatiItalianiSprintRelay	749	3	19	2760	2306	11,08	20	2
PP	M	CampionatiItalianiSprintRelay	774	1	0	3420	<del>1813</del>	<del>8,43</del>	0	0
ST	M	CampionatiItalianiSprintRelay	800	2	26	3420	3024	13,61	10	1
DB	M	CampionatiItalianiSprintRelay	826	3	52	3420	3128	13,63	0	0
RD	M	CampionatiItalianiSprintRelay	848	4	74	3420	3232	13,72	15	3
LL	M	CampionatiItalianiSprintRelay	855	5	81	3420	2986	12,57	15	3
EM	M	CampionatiItalianiSprintRelay	878	6	104	3420	<del>2304</del>	<del>9,45</del>	15	3
MC	M	CampionatiItalianiSprintRelay	890	7	116	3420	3105	12,56	20	3
FB	M	CampionatiItalianiSprintRelay	1020	15	246	3420	3112	10,98	0	0
GZ	M	CampionatiItalianiSprintRelay	783	NC	9	3420	3023	13,90	10	2
SC	M	CampionatiItalianiSprintRelay	842	NC	68	3420	3330	14,24	15	2

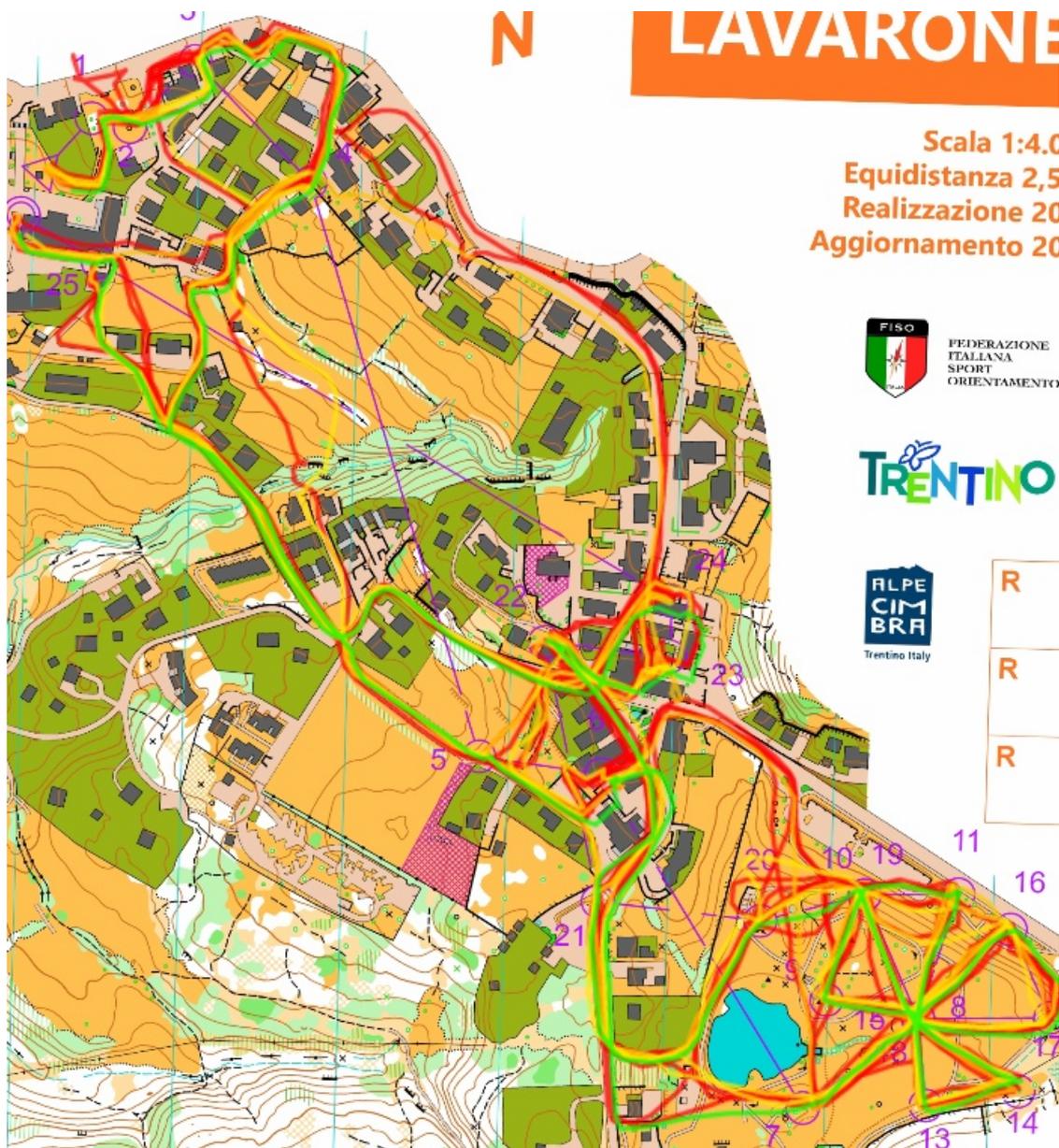
*Analisi delle prestazioni sul campo - Prova 3*



*Tracce GPS della Prova 3*

CODE	Genere	Competizione	TempoTotale	Classifica	Distacco	DistanzaLinea	tanzaPercorsa	VelocitaMedia	ErroriTotale	ErroriNumeri
VZ	F	AllenamentoNazionaleSprint	1449	1	0	4300	4329	10,76	0	0
CD	F	AllenamentoNazionaleSprint	1464	2	15	4300	4380	10,77	0	0
MR	F	AllenamentoNazionaleSprint	1489	4	40	4300	no gps		30	2
Asc	F	AllenamentoNazionaleSprint	1493	5	44	4300	4312	10,40	5	1
IP	F	AllenamentoNazionaleSprint	1585	7	136	4300	4411	10,02	40	4
AC	F	AllenamentoNazionaleSprint	1657	8	208	4300	4634	10,07	170	4
SR	F	AllenamentoNazionaleSprint	1749	10	300	4300	no gps		130	7
IA	M	AllenamentoNazionaleSprint	1099	1	0	4300	no gps		10	1
DB	M	AllenamentoNazionaleSprint	1142	2	43	4300	4262	13,44	5	1
FM	M	AllenamentoNazionaleSprint	1154	3	55	4300	4260	13,29	10	2
SI	M	AllenamentoNazionaleSprint	1245	6	146	4300	4354	12,59	50	3
EM	M	AllenamentoNazionaleSprint	1264	9	165	4300	4263	12,14	35	3
LL	M	AllenamentoNazionaleSprint	1368	14	269	4300	4367	11,49	60	4
GZ	M	AllenamentoNazionaleSprint	1417	21	328	4300	no gps		60	6
RD	M	AllenamentoNazionaleSprint	1205	NC	106	4300	4238	12,66	0	0
PP	M	AllenamentoNazionaleSprint	1400	NC	311	4300	4390	11,29	115	10

*Analisi delle prestazioni sul campo - Prova 4*



*Tracce GPS della Prova 4*

CODE	Genere	Competizione	TempoTotale	Classifica	Distacco	DistanzaLinea	DistanzaPerc	VelocitaMedia	ErroriTotale	ErroriNumero
MR	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	3512	1	0	4300	6759	6,9283599089	55	2
VZ	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	3761	2	249	4300	6994	6,6946024993	30	1
AC	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	3836	3	324	4300	7466	7,0066736184	170	3
Asc	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	3941	4	429	4300	7014	6,4071047957	50	3
CD	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	4226	5	714	4300	7330	6,2442025556	240	5
IP	F	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	4227	6	715	4300	7495	6,3832505323	380	5
IA	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2570	1	0	4300	6681	9,3585992218	40	2
DB	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2617	2	47	4300	6704	9,2221627818	5	1
FM	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2620	3	50	4300	6495	8,9244274809	10	2
SI	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2626	4	56	4300	6595	9,0411271896	10	1
RD	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2768	5	198	4300	6683	8,6917630058	85	1
GZ	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	2774	6	204	4300	6971	9,0467195386	75	3
EM	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	3723	8	1187	4300	8212	7,9406929895	685	9
PP	M	AllenamentoNazionaleMiddleMassStart	1664	NC	x	4300	2815	6,0901442308	510	3

### Analisi delle prestazioni sul campo - Prova 5



Tracce GPS della prova 5: i vari colori corrispondono ai percorsi dei diversi partecipanti senza riferimenti riguardo al tempo totale di gara