



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA
“FORO ITALICO”

Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnica dello Sport
(LM68)

**“Parametri fisiologici e prestativi in giocatrici italiane di
hockey su prato di élite”**

Relatore: Prof A. Tessitore

Correlatore: Prof S. Bartolomei

Candidato: Elettra Bormida

Matricola: LM68/00604

Anno Accademico 2021/2022

Indice:

1. Introduzione	(pag. 3)
1.1 Caratteristiche dell'hockey su prato.....	(pag. 3)
1.2 Caratteristiche fisiologiche nell'hockey su prato.....	(pag. 6)
1.3 La periodizzazione.....	(pag. 14)
2. Materiali e metodi	(pag. 18)
2.1 Approccio sperimentale al problema.....	(pag. 18)
2.2 Valutazioni effettuate.....	(pag. 21)
2.3 Analisi statistica dei dati.....	(pag. 36)
3. Risultati	(pag. 38)
3.1 Confronto fra le variabili durante il periodo di preparazione....	(pag. 38)
4. Discussione	(pag. 45)
5. Conclusioni	(pag. 50)
6. Bibliografia e sitografia	(pag. 52)

1 – INTRODUZIONE

Il presente studio si propone di monitorare e confrontare la performance fisica di giocatrici italiane della nazionale senior di hockey su prato durante il periodo di preparazione marzo-agosto 2022 al torneo di qualificazione di Vilnius (LT), per accedere all'europeo di pool A di Mönchengladbach (DE) 2023.

1.1 Caratteristiche dell'hockey su prato

L'hockey su prato è uno sport di squadra, situazionale e di invasione che si gioca su un campo in erba sintetica lungo 91,40 m e largo 55 m, che consiste in quattro tempi da 15 minuti ciascuno in cui ogni squadra può avere un massimo di 11 giocatori in campo contemporaneamente, con l'obiettivo di segnare più goal nella porta della squadra avversaria. Questa disciplina richiede un'ampia serie di abilità tecniche, tattiche e fisiche. È necessaria la capacità tecnica di controllare una piccola pallina con un bastone, unita alla comprensione tattica come singolo giocatore e all'interno di una squadra (23, 27).

Il regolamento ha subito importanti variazioni: nel 2014 la durata della partita è passata da due tempi di 35 minuti ciascuno a quattro tempi di 15 minuti, intervallati da tempi di recupero di 2' e di 10' fra il secondo e terzo quarto; inoltre è stata introdotta anche la regola del self-pass. Questi cambiamenti hanno consentito di alzare il ritmo di gioco e hanno potenzialmente influenzato la richiesta fisica dell'hockey su prato. La sostituzione

illimitata delle giocatrici, in combinazione con le modifiche regolamentari, permettono di svolgere prestazioni ad alta intensità (27, 35). Durante le competizioni internazionali, le giocatrici giocano mediamente intorno ai 40 minuti e percorrono dai 4800 m a 5500 m durante una partita (McGuinness et. al, 2019) (33). Della distanza totale il (60-75%) viene percorsa a velocità basse/moderate ($\leq 10,9$ km/h) e il 12% circa viene percorsa ad alta intensità ($\geq 16,1$ km/h) (33, 35). Lo studio di Macutkiewicz e Sunderland (2011) eseguito con l'utilizzo del GPS su partite internazionali, ha riportato che in totale, il 50-60% del tempo della partita è stato dedicato all'esercizio a bassa intensità (in piedi: 4-6%; camminando: 45-55%). L'esercizio a moderata intensità ha rappresentato il 33-43% (jogging: 22-28%; corsa: 10-15%) del tempo di gioco dei giocatori, mentre il tempo restante è costituito da esercizio ad alta intensità (corsa veloce: 3-6%; sprint: 1-2%) (29). Recentemente, è stata eseguita un'analisi del movimento di hockey su prato nella categoria femminile d'élite che ha riscontrato differenze significative per le posizioni in campo per i picchi di velocità massime, che vanno da 119,3 m/min per gli attaccanti a 106,8 m/min per i centrocampisti e 100,7 m/min per i difensori (McGuinness et al., 2022) (34). Un altro studio (Dewar et Clarke, 2021), condotto su uomini ha evidenziato anche queste differenze, individuando che gli attaccanti avevano un picco di corsa di ~ 194 m/min, i centrocampisti di ~ 189 m/min e i difensori di ~ 182 m/min (12). I picchi di richiesta sono ad intensità diverse a seconda della posizione di gioco occupata; gli

attaccanti e i centrocampisti coprono una distanza totale inferiore sul campo rispetto ai difensori, ma se si esprime la distanza in rapporto alla velocità di lavoro, gli attaccanti coprono una distanza maggiore ad intensità più elevata (12, 23, 33). Studi recenti hanno infatti suggerito che gli attaccanti occupano la posizione più impegnativa in campo (Ihsan et al., 2021) perché sottoposti alla maggior quantità di corsa ad alta intensità rispetto a centrocampisti e difensori, mentre i difensori sono quelli che hanno il più basso carico di corsa (12, 21, 33, 35).

I giocatori che giocano in posizioni diverse hanno evidenziato differenze su alcune misure antropometriche e sulla composizione corporea. La statura, la massa corporea e la distribuzione del grasso corporeo possono avere implicazioni nelle prestazioni ed essere importanti per ottenere miglioramenti nella qualità degli allenamenti (1, 25). Le giocatrici di hockey hanno un BMI normopeso compreso fra 19 e 24 e quello delle italiane risultava essere intorno a 25 (Calò et al., 2009) (11). I giocatori alti sono avvantaggiati in posizioni come portiere, attaccante e difensore. Una ridotta massa grassa è auspicabile per questo sport, nel quale bisogna trasportare il proprio peso corporeo per una certa distanza. Basse percentuali di grasso corporeo possono migliorare le prestazioni atletiche migliorando il rapporto forza-peso; questo viene facilitato anche da un'ampia proporzione di tessuto muscolare. L'eccesso di tessuto adiposo, invece, aumenta il carico senza contribuire alla capacità di produrre forza (32).

Le diverse esigenze delle posizioni in campo si riflettono in una diversa composizione fisica di questi giocatori. L'analisi della composizione corporea ha mostrato una percentuale di grasso più alta per il gruppo dei terzini/portieri e più bassa per quello degli attaccanti, mentre sono stati ottenuti risultati opposti per la massa muscolare (11). La variazione della composizione corporea influenza anche le capacità funzionali e le performance degli atleti in molti sport ed è un aspetto molto importante per il livello di capacità fisica, in quanto l'eccesso di grasso può diminuire in modo sostanziale le prestazioni sportive (1).

1.2 Caratteristiche fisiologiche nell'hockey su prato

In seguito alle ultime modifiche al regolamento, l'hockey su prato ha cambiato i requisiti tecnici, tattici e fisiologici del gioco a tutti i livelli, ma in particolare a quello d'élite per soddisfare gli standard fisici richiesti. Recenti studi affermano che l'hockey è uno sport fisicamente esigente considerato come un'attività intermittente ad alta intensità, in cui diventano importanti le caratteristiche fisiologiche, della composizione corporea e quelle cellulari (12, 37).

Questo sport prevede camminate, jogging, sprint in varie direzioni con e senza palla. Sono coinvolti molti movimenti e abilità, per cui è richiesto un elevato livello di performance fisica per giocare le partite (1, 31, 36). Un numero elevato di accelerazioni e decelerazioni, associato all'elevato numero di cambi di direzione, creano un carico maggiore per i

muscoli coinvolti. I giocatori più adatti a far fronte alle esigenze del gioco raggiungono il livello d'élite (9, 13, 31). Inoltre, la potenza e la forza hanno un grande impatto sul gioco, in quanto sono richieste durante lo sprint e nell'esecuzione di vari gesti con la pallina, tipici di questa disciplina (1, 32).

Le capacità che influiscono in modo decisivo sull'efficacia della prestazione nell'hockey su prato sono risultate essere la resistenza alla velocità, intesa come la capacità del giocatore di mantenere un alto livello di capacità di sprint nonostante l'aumento della fatica, e le sue due componenti. Queste componenti sono:

- a) la resistenza aerobica, che riflette il potenziale biologico del giocatore ed è definita come la capacità di continuare un lavoro di lunga durata con l'intensità richiesta senza una diminuzione dell'efficacia della prestazione;
- b) la capacità di recupero.

Il recupero rapido da un esercizio faticoso è importante nell'hockey, che prevede sforzi intermittenti intervallati da brevi riposi (32, 43).

L'attività intermittente ad alta intensità durante la partita richiede un'elevata funzione sia del sistema aerobico che anaerobico, poiché i giocatori devono coprire un'ampia area durante le fasi di attacco e di difesa (1, 32). Durante l'esercizio aerobico aumenta la richiesta di ossigeno al muscolo che lavora, pertanto è necessario un livello ottimale di emoglobina per ottenere il massimo livello di prestazione. I lipidi hanno importanti

funzioni biologiche benefiche che includono i trigliceridi, per la produzione di energia o come grasso immagazzinato nel tessuto adiposo, e l'uso del colesterolo come componente, insieme ai fosfolipidi, delle membrane cellulari e/o nella sintesi degli ormoni steroidei. L'esercizio fisico aumenta il metabolismo e l'utilizzo dei lipidi del sangue e delle lipoproteine per la produzione di energia (32).

I requisiti di gioco prevedono accelerazioni, decelerazioni, forza, potenza, agilità e movimenti di rotazione. Anche se la maggior parte della partita viene svolta in attività di basso livello, gli sprint ripetuti, la velocità e la tolleranza all'acido lattico sono caratteristiche fondamentali per i giocatori (30, 32). Il massimo consumo di ossigeno ($VO_2\max$) è generalmente considerato il miglior indicatore della massima potenza aerobica. Il $VO_2\max$ medio delle squadre di hockey femminili d'élite riportati in letteratura varia da 45 a 59 ml/kg/min (Reilly & Secher, 1990) e sembrerebbe che una potenza aerobica intorno ai 60 ml/kg/min sia necessaria e sufficiente per il livello d'élite (37, 38).

Il modello di attività dell'hockey consiste in ripetizioni di sessioni di lavoro massimale/quasi massimale di breve durata (≤ 6 secondi), intervallate da periodi di recupero di intensità bassa/moderata relativamente brevi (≤ 60 secondi) (19). In particolare, la capacità di sprint ripetuto, intesa come l'abilità di eseguire sprint di breve durata in un breve lasso di tempo è considerata un'importante componente della forma fisica negli sport di squadra, come l'hockey (42). La capacità di mantenere la potenza

massima per una serie di sprint può dipendere, in parte, dalla risintesi della PCr e dal tamponamento degli ioni idrogeno (H⁺). Di conseguenza, la capacità di sprint ripetuti può essere correlata al VO₂ dell'esercizio e alle variazioni del pH plasmatico.

L'esercizio di sprint massimale richiede un'elevata quantità di adenosina trifosfato (ATP) dal muscolo. Poiché l'immagazzinamento intramuscolare di ATP è in grado di sostenere l'attività muscolare solo per 1 o 2 sec, l'ATP deve essere continuamente risintetizzato per continuare l'attività. È ormai accettato che la maggior parte dell'energia necessaria a risintetizzare l'ATP per l'esercizio di sprint di breve durata sia fornita dalla glicogenolisi e dalla degradazione della fosfocreatina (PCr), prevalentemente da fonti anaerobiche e con un piccolo contributo (<10%) del metabolismo aerobico. Inoltre, sembra che l'aumento della glicogenolisi, con conseguenti disturbi acido-base, inizi nei primi secondi dell'esercizio di sprint massimale. L'esaurimento delle scorte di PCr è stato spesso citato come un fattore limitante per la prestazione dell'esercizio di sprint ripetuto. Se i periodi di recupero sono relativamente brevi, il VO₂ rimane elevato prima degli sprint successivi e il contributo aerobico alla risintesi di ATP aumenta. Inoltre, una diminuzione del pH intracellulare può anche contribuire al calo di potenza durante l'esercizio di sprint ripetuto. L'acidosi intracellulare può compromettere le prestazioni negli sprint ripetuti attraverso l'inibizione della glicolisi, della risintesi della fosfocreatina e/o interferendo con i processi contrattili del muscolo. Anche l'accumulo di fosfato inorganico e la disfunzione

del reticolo sarcoplasmatico sono stati implicati nel processo di affaticamento. La risintesi della PCr avviene principalmente attraverso processi ossidativi. Le evidenze indicano che la mancanza di PCr disponibile e l'accumulo di Pi intracellulare sono le cause più probabili dell'affaticamento. Oltre a un VO_2 elevato, la capacità di tamponare gli ioni idrogeno (H^+) può contribuire alla capacità di sprint ripetuto. L'esercizio fisico intenso, come quello dello sprint ripetuto, richiede un elevato tasso di turnover dell'ATP del muscolo scheletrico, in modo che l'idrolisi dell'ATP superi la sua risintesi. Nonostante gli anni di indagini, le limitazioni nelle tecniche analitiche e le differenze metodologiche tra gli studi hanno lasciato irrisolte molte questioni riguardanti la risposta fisiologica al lavoro di sprint multipli (8, 17, 19).

L'hockey su prato è uno sport che richiede frequenti cambi di direzione (COD) e ripetuti sprint per tutta la partita. L'abilità nel cambio di direzione è la capacità di un atleta di decelerare rapidamente, invertire o cambiare direzione di movimento e accelerare nuovamente. Le abilità di decisione percettiva, come la conoscenza delle situazioni e l'anticipazione, contribuiscono all'agilità complessiva di un atleta.

L'agilità viene definita come un movimento rapido di tutto il corpo con cambio di velocità o direzione in risposta ad uno stimolo (10, 41). Il COD, invece, indica l'agilità, senza considerare i fattori cognitivi e decisionali. Nell'esecuzione di un compito di COD esistono tre fasi principali:

la fase di frenata (eccentrica),

la fase di impianto (isometrica),

la fase di propulsione (concentrica).

La capacità di produrre potenti azioni muscolari concentriche per massimizzare la forza propulsiva è ritenuta un fattore determinante per la velocità, mentre la capacità di COD dipende anche dalla forza eccentrica e isometrica degli arti inferiori e anche dal controllo neuromuscolare (10, 15, 41, 42, 48). Per produrre un rapido cambio di direzione, sarebbe auspicabile ottenere un tempo di contatto con il suolo relativamente breve ed una piccola flessione delle articolazioni dell'anca, del ginocchio e della caviglia. Si può quindi prevedere che una buona prestazione di COD sia associata a un rapido ciclo di allungamento-accorciamento dei muscoli estensori della gamba. Questa qualità di attenuare rapidamente un'azione eccentrica per produrre un'azione concentrica potente è definita come *forza reattiva* e potrebbe essere rilevante per la velocità di cambio di direzione. Gli autori hanno suggerito che questa espressione di agilità relativamente complessa potrebbe essere influenzata più da fattori di controllo motorio che dalle qualità di forza dei muscoli. È stato evidenziato che le qualità di forza dei muscoli delle gambe possono influenzare le prestazioni di agilità, insieme con diversi altri fattori (49). In questa disciplina, la potenza e la forza hanno un grande impatto sul gioco, in quanto sono richieste durante lo sprint, nei COD e nell'esecuzione di vari gesti con la pallina (9,

13, 36). La forza della parte superiore del corpo permette ai giocatori di tirare con maggiore potenza e di effettuare passaggi su una gamma più ampia di distanze, mentre la forza della presa è importante per maneggiare il bastone durante l'esecuzione di abilità sport-specifiche (1, 31). Molte attività dell'hockey sono caratterizzate da forza ed esplosività (ad esempio, dribblare, difendere, colpire la palla, girarsi e cambiare direzione). La potenza erogata durante queste attività è legata alla forza dei muscoli coinvolti nei movimenti (32) (Potenza espressa come Lavoro nell'unità di Tempo, cioè: $P=L/t$). Queste informazioni manifestano la presenza del continuum "profilo di forza-velocità-potenza" negli atleti (20). Le ricerche sugli adattamenti neurali all'allenamento di forza indicano che la coordinazione intermuscolare è una componente importante per ottenere il trasferimento alle abilità sportive. Sebbene la specificità dell'allenamento sia importante per avere un trasferimento ottimale, l'allenamento di forza generale è potenzialmente utile per aumentare la massa corporea, ridurre il rischio di lesioni ai tessuti molli e sviluppare la stabilità del core (47).

La forza è sostenuta da una combinazione di fattori morfologici e fattori neurali, tra cui l'area della sezione trasversa del muscolo, la struttura muscolare, la rigidità muscolo-tendinea, il reclutamento delle unità motorie, la *rate coding*, la sincronizzazione delle unità motorie e l'inibizione neuromuscolare (44).

L'architettura muscolare è stata proposta come uno dei più importanti determinanti della forza e della potenza muscolare. Nonostante le dimensioni del muscolo influenzino significativamente la forza muscolare, questa è influenzata anche da altri parametri, come l'angolo di pennazione e la lunghezza dei fasci muscolari, che sembrano essere più correlati alle prestazioni dinamiche e alla potenza (6). Sebbene esistano differenze rilevanti tra le diverse posizioni in campo, la forza e la potenza della parte superiore e inferiore del corpo sono state indicate come fattori importanti per abilità essenziali come il *drag flick* e lo sprint (4). Il drag-flick, un'azione sport-specifica, dovrebbe seguire il modello biomeccanico delle abilità di lancio/battuta (fattori cinematici), che mirano a massimizzare la velocità del segmento distale al momento del rilascio. Le abilità reclutate in questo movimento sono: una posizione ampia, un'azione di frustata (rapido sollevamento del dorso) del bastone, seguita da un movimento sequenziale esplosivo del bacino, della parte superiore del tronco e del bastone (22, 26).

1.3 La periodizzazione

Le differenze individuali e le diverse posizioni di gioco sono aspetti fondamentali da tenere in considerazione per preparare programmi di allenamento precisi nell'hockey su prato. È ben documentato che i maggiori benefici dell'allenamento si verificano quando lo stimolo allenante simula i modelli di movimento e le richieste fisiologiche della specifica disciplina sportiva (12, 16). Gli allenatori, infatti, utilizzano sempre più spesso attività basate sul gioco (ad esempio, partite a campo ridotto) come mezzo per migliorare i livelli di abilità e di forma fisica degli atleti (16). L'uso di attività basate sul gioco come esercitazioni di allenamento permette di simulare gli schemi di movimento degli sport di squadra, pur mantenendo un ambiente competitivo in cui i giocatori devono esibirsi sotto pressione e fatica (18).

L'applicazione di una pianificazione agli sport di squadra pone sfide uniche sulle varietà degli obiettivi, il volume di allenamento, le pratiche concomitanti e la stagione prolungata di competizione. La periodizzazione offre un quadro di riferimento per la variazione pianificata e sistematica dei parametri di allenamento, in modo da indirizzare gli adattamenti fisiologici verso gli obiettivi prestativi specifici richiesti dallo sport. È stato ampiamente raggiunto il consenso tra i ricercatori sul fatto che l'allenamento periodizzato consente lo sviluppo della forza, della potenza, della composizione corporea, della resistenza aerobica e di altri aspetti (18, 28). La base teorica originale della

periodizzazione è la sindrome di adattamento generale (GAS) proposta da Hans Selye (1956), che ha descritto la generica risposta di un organismo a un fattore di stress. Secondo questo modello, la prima fase di risposta a qualsiasi fattore di stress è caratterizzata da shock o allarme, alla quale segue una fase di supercompensazione, in cui l'organismo si adatta per aumentare le capacità specifiche coinvolte dal particolare fattore stressante (40). La periodizzazione è stata sviluppata con l'obiettivo di manipolare questi effetti di adattamento e di evitare la fase di disadattamento, che potrebbe porre l'atleta in uno stato di sovrallenamento. Il modello della GAS è stato successivamente perfezionato e, di fatto, sostituito dal modello della "fitness fatica".

Una distinzione fondamentale è che quest'ultimo modello differenzia le azioni di un determinato fattore di stress sui singoli sistemi neuromuscolari e metabolici. L'altro importante progresso è che il modello descrive una duplice risposta adattativa che si traduce sia in effetti di fitness che di fatica, in contrapposizione alla singola risposta comune descritta dalla GAS. Negli sport di squadra la pianificazione di programmi periodizzati deve tenere conto degli infortuni, dello stato di affaticamento, fornire un condizionamento metabolico e una preparazione fisica appropriati entro il tempo concesso, mentre gli atleti devono contemporaneamente eseguire elevati volumi di allenamento tecnico e tattico, allenamenti di squadra e partite agonistiche (7, 18, 28, 43).

Studi dimostrano che sia attraverso la periodizzazione a blocchi che quella ondulata si possano ottenere miglioramenti sulla forza massima e sull'ipertrofia, ma, altresì, che il metodo ondulado è più efficace per aumentare la forza massimale e le dimensioni muscolari nella parte inferiore del corpo nelle donne (5, 7).

La periodizzazione ha un ruolo fondamentale anche nella distribuzione dei carichi per consentire di prevenire l'insorgenza degli infortuni, che sono molto ricorrenti in questa disciplina. Gli infortuni all'inguine sono uno dei traumi da uso eccessivo più frequenti nell'hockey e rappresentano fino al 10% di tutti gli infortuni. La prevenzione nella zona dell'inguine consiste nell'attuazione di misure preventive e nell'identificazione dei fattori di rischio associati allo sviluppo dell'infortunio. La complessità nell'accertare le cause di questa lesione è ben nota, poiché nella maggior parte dei casi la causa della stessa è multifattoriale. Tuttavia, alcuni studi condotti in altri sport hanno identificato diversi fattori modificabili che incidono sul rischio di lesioni all'inguine, come la ridotta flessibilità e la debolezza muscolare. Tra i fattori di rischio modificabili, i bassi livelli di forza isometrica degli adduttori dell'anca e/o lo squilibrio nel rapporto di forza adduttori/abduuttori hanno ricevuto molta attenzione in letteratura. Tuttavia, le evidenze rimangono piuttosto confuse e non c'è ancora consenso sul ruolo di una bassa forza dei muscoli adduttori/abduuttori dell'anca (39, 45). Sono stati anche riscontrati disturbi asimmetrici nella regione dell'arto superiore: i muscoli rotatori esterni dell'articolazione

della spalla sono risultati i muscoli più sovrautilizzati. Mentre, negli arti inferiori, l'ileopsoas risulta essere accorciato nella totalità dei casi negli hockeisti (24). La maggior parte delle lesioni avvenute durante il gioco riguardano infatti gli arti inferiori ed interessano principalmente il ginocchio e la caviglia. Inoltre, contusioni, ematomi, abrasioni e lacerazioni sono tipi comuni di lesioni che potrebbero essere dovute al contatto dei giocatori con la palla, il bastone e la superficie di gioco (3).

La seguente analisi e monitoraggio dei dati si è concentrata su giocatrici di hockey su prato italiane d'élite della nazionale italiana senior. Questo studio è stato intrapreso per indagare l'effetto dell'allenamento in riferimento ad alcune variabili antropometriche, fisiologiche e prestative nei vari timepoints del periodo preparatorio della durata di 6 mesi. Gli studi aventi per oggetto questi parametri in giocatori di hockey su prato sono ancora carenti in Italia. Alla luce di quanto sopra riportato, ricorre, dunque, l'esigenza di approfondire queste tematiche in questo specifico sport.

2 - MATERIALI E METODI

2.1 Approccio sperimentale al problema

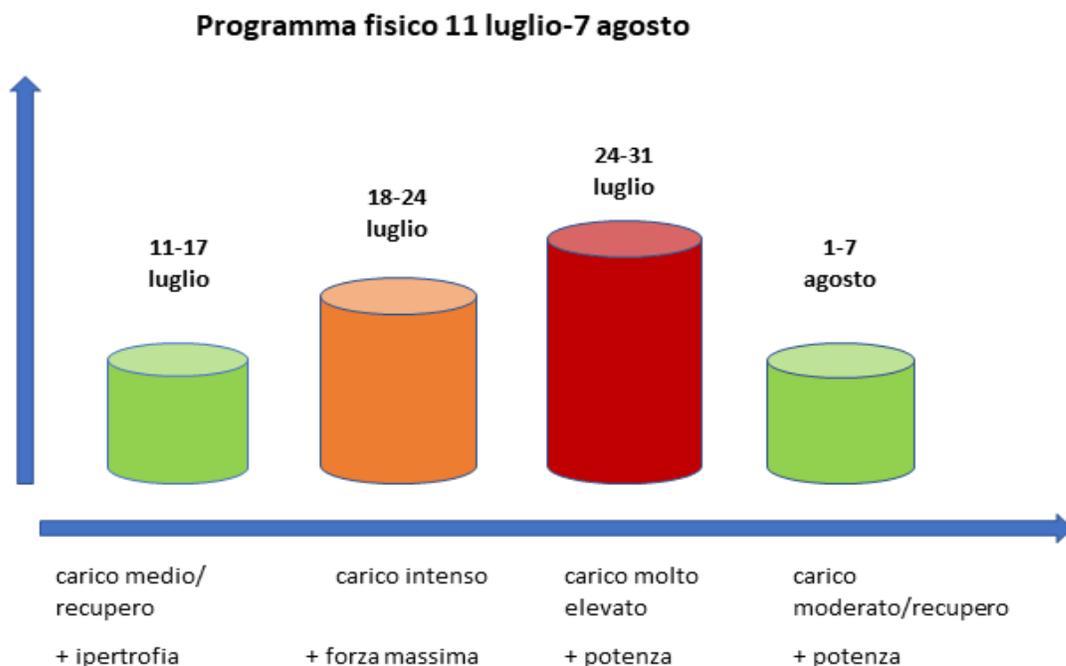
Lo studio, condotto per conto della Federazione Italiana Hockey con il supporto dell'Università di Bologna, ha coinvolto 29 atlete italiane della nazionale senior di hockey su prato (età media: 27.3 ± 3.9 anni; altezza media: 164.4 ± 4.9 cm; media massa corporea: 61.2 ± 7.4 kg). L'indagine è stata eseguita per il periodo preparatorio (PP) in vista del torneo di qualificazione all'europeo di pool A, svoltosi in Lituania nel mese di agosto del 2022. Il periodo di preparazione si è svolto a partire da marzo 2022 sino ad agosto 2022. Durante questo arco temporale le atlete hanno effettuato allenamenti con i propri club militanti rispettivamente nel campionato italiano (cinque giocatrici), belga (diciotto giocatrici), spagnolo (due giocatrici), inglese (due giocatrici), olandese (due giocatrici). Per ciascuna giocatrice, il numero delle sedute di allenamento settimanale variava da 3 a 5 per gli allenamenti in campo. Ogni giocatrice ha inoltre svolto da 2 a 3 sedute di allenamento settimanali in palestra, dove venivano svolti programmi incentrati sull'ipertrofia, la forza massima e la potenza. Nel periodo oggetto di indagine, inoltre, sono state disputate circa 12 partite nei rispettivi campionati. Poiché a fine giugno i campionati sono terminati, le giocatrici hanno proseguito con allenamenti a piccoli gruppi suggeriti dallo staff della Nazionale Italiana. Durante il PP le atlete, oltre a svolgere i regolari allenamenti con i propri club, si incontravano ogni due settimane, ad Anversa (BE)

nel campo del Khc Dragons, per svolgere 4 allenamenti di hockey su prato in due giorni, solitamente il lunedì e il martedì, seguite da tutto lo staff di competenza della Nazionale Italiana. Queste sessioni di allenamento erano principalmente focalizzate sugli aspetti tecnico-tattici del gioco ed avvenivano sul campo regolamentare, mediante esercitazioni analitiche, situazionali e partite amichevoli. In queste occasioni sono state anche effettuate le valutazioni oggetto della presente indagine. Nel periodo fra marzo ed agosto, le atlete, quando non erano in raduno con la squadra, hanno seguito dei programmi di allenamento fisico-condizionale a cadenza settimanale, costituiti da 3 sessioni in palestra, mirate allo sviluppo della forza e della potenza muscolare ed alla prevenzione agli infortuni, in aggiunta a 3 sessioni sul campo, deputate al miglioramento della capacità aerobica e anaerobica (corse intervallate, sprint ripetuti, corse ad ostacoli ecc.).

Durante questi allenamenti, le atlete hanno lavorato in autonomia, dunque non erano supervisionate dal preparatore atletico e, a seconda del periodo della stagione e del conseguente impegno/carico settimanale col proprio club o degli eventuali disturbi fisici preesistenti, questi programmi potevano essere soggetti a variazioni inerenti il volume o la tipologia di lavoro proposto. Questo avveniva mediante i continui feedback fra preparatore atletico della nazionale e le atlete stesse. Il monitoraggio del lavoro che le atlete hanno svolto a distanza ed in autonomia è avvenuto mediante le effettuazioni di video degli esercizi svolti in palestra ed attraverso la registrazione a cronometro dei tempi

di corsa, oltre all'utilizzo dell'applicazione di Strava, che ha permesso di registrare le distanze e i tempi di corsa usufruendo del GPS. Tali informazioni venivano poi mandate al preparatore alla fine di ogni seduta.

Durante il PP, le atlete sono state sottoposte a misurazioni antropometriche ed a test fisici in tre diversi momenti del periodo pre-competitivo. Il monitoraggio dei risultati fisici e prestativi della squadra ha consentito al preparatore atletico, in collaborazione con lo staff tecnico, di distribuire i carichi attraverso una periodizzazione mirata alla competizione di agosto. La periodizzazione sulle variabili e sui parametri di allenamento è stata organizzata in maniera specifica per ricercare miglioramenti e adattamenti prestativi durante il periodo competitivo di fine agosto, in particolare per il torneo di qualificazione di Vilnius (LT). Di seguito possiamo osservare un esempio di gestione del carico nel piano di allenamento da luglio ad agosto 2022 (figura 1).



(figura 1)

2.2 Valutazioni effettuate

Le atlete sono state sottoposte a misurazioni antropometriche in momenti diversi del periodo di preparazione marzo-agosto in cui è stata misurata l'altezza, una sola volta, la massa corporea e le rispettive percentuali di massa grassa e massa magra. Inoltre, è stata effettuata una serie di test per misurare le capacità motorie (coordinative e condizionali) delle giocatrici. Fra questi sono stati proposti il test di velocità sui 30m, il pro-agility test per valutare la capacità di agilità, lo *yo-yo intermittent recovery test level 1* per valutare

la capacità aerobica, il test di forza e di potenza alla panca piana ed il test di forza di presa della mano destra e sinistra. Oltre ai test sopra elencati sono state svolte anche valutazioni sulla morfologia e sulla qualità muscolare tramite ecografia. Le misurazioni effettuate durante il periodo di preparazione sono riportate in tabella 1, dove viene indicato il mese in cui sono state svolte le valutazioni.

Data	BM	BF	30m Sprint	Pro-agility	Yo-yo test	1 RM panca	Potenza panca	Handgrip	Morfologia muscolare
Marzo	X		X	X	X	X	X	X	
Maggio	X	X	X	X	X	X	X		X
Agosto	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(tabella 1)

Composizione e massa corporea:

Le atlete sono state monitorate in maniera costante sul peso corporeo; le misure sono state raccolte al mattino dopo il risveglio, il primo giorno di ogni raduno, tramite l'ausilio di una bilancia (figura 1). Le misurazioni sulla composizione corporea sono state raccolte rispettivamente il 12 marzo, il 9 maggio e il 9 agosto del 2022. Il preparatore atletico,

deputato alla rilevazione dei dati, ha effettuato la misura dello spessore delle pliche cutanee attraverso l'utilizzo di un plicometro meccanico Harpender (CE 93/42) (figura 2). Il procedimento è avvenuto inizialmente con l'individuazione dei punti di repere e la loro demarcazione. Successivamente, staccando lo spessore adiposo di sottocute con una presa a pinza di pollice e indice è stato applicato il plicometro per la rilevazione delle pliche. Sono state prese poi tre misurazioni, rispettivamente a livello addominale, sulla parte posteriore del braccio e sulla faccia anteriore della coscia. Successivamente, attraverso l'equazione proposta da Evans et al. (2005) è stata stimata la percentuale di massa grassa, mediante la seguente formula:

$$\%BF = 8,997 + 0,24658*(3SKF) - 6,343*(\text{ sesso}) - 1,998*(\text{ razza}) \quad (14).$$



(figura 1)



(figura 2)

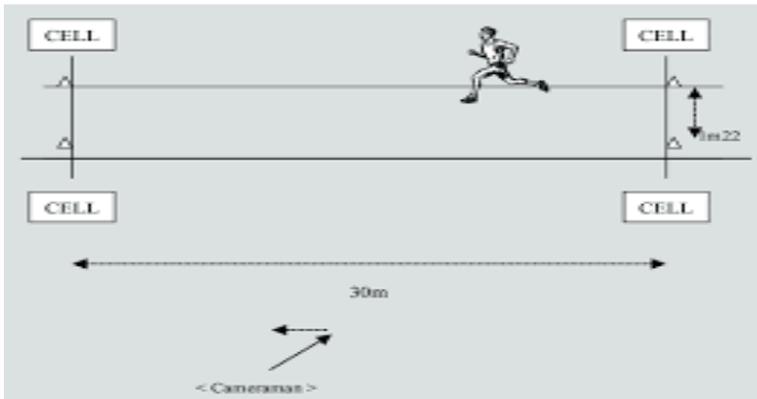
Test di sprint:

La velocità di corsa è stata registrata durante l'esecuzione di uno sprint massimale su una distanza di 30m mediante l'utilizzo di fotocellule smart speed PT System (figura 3), che hanno consentito la rilevazione di due tracce. Il test (figura 4) è avvenuto sul manto sintetico del campo di hockey su prato del centro sportivo Khc Dragons, durante il primo allenamento mattutino, nelle date: 8 marzo, 10 maggio, 9 agosto. I tempi di corsa sono stati cronometrati mediante l'utilizzo di due fotocellule che sono state poste convenzionalmente alla linea di start e alla fine della distanza prestabilita, affinché ricoprissero la distanza totale dei 30m. L'atleta viene fatta partire 30cm prima delle fotocellule. Prima di svolgere il test le atlete hanno svolto un riscaldamento atletico di 20' costituito da esercizi di mobilità articolare (alla colonna, l'anca, le ginocchia, le spalle e le

caviglie) ed esercizi di preatletica focalizzati principalmente sull'appoggio del piede sul terreno. Inoltre, sono state svolte anche due prove di familiarizzazione con il test in cui non sono stati registrati i tempi di corsa e che sono stati intervallati da un tempo di recupero di 4-5', avvenuto anche prima di effettuare le due prove del test stesso.



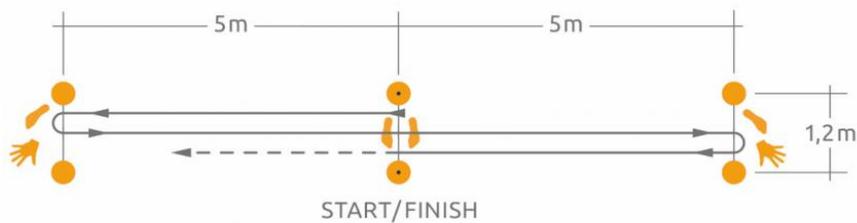
(figura 3)



(figura 4)

Pro-agility test:

Le misure di agilità sono state eseguite l'8 marzo e il 9 agosto su due campi differenti. La differenza nel manto del campo ha potuto incidere sulle prestazioni. Il pro-agility test (figura 5), viene utilizzato specialmente negli sport situazionali di squadra e consente di valutare la capacità delle giocatrici di cambiare direzione durante la corsa; essendo inoltre pre-pianificato (dunque non richiede capacità reattive) esso in realtà indica maggiormente una misura di cambio di direzione piuttosto che di agilità. Nel test vengono effettuati due cambi di senso di 180°, rispettivamente dopo 5m e 10m e per la rilevazione dei tempi è stato utilizzato un cronometro digitale (figura 6) da parte del preparatore atletico. Le atlete hanno svolto il test dopo aver eseguito quello sui 30m lineari. Prima dell'esecuzione finale hanno potuto effettuare due prove di familiarizzazione, dove il recupero fra una e l'altra è stato di circa 4'.



(figura 5)



(figura 6)

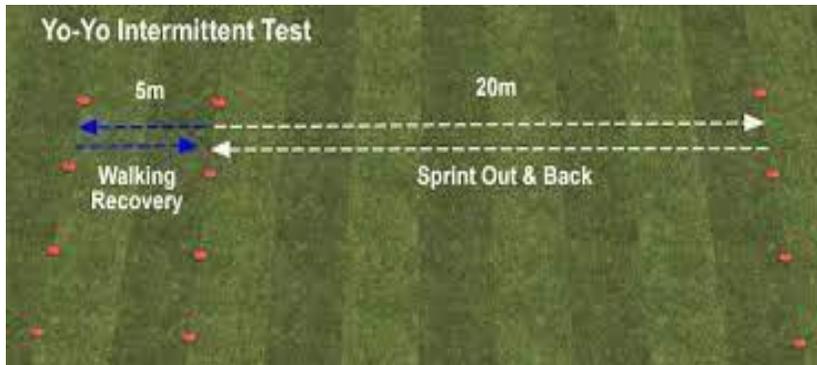
Yo-yo intermittent recovery test level 1:

Per misurare la capacità aerobica di ciascuna giocatrice è stato proposto lo yo-yo intermittent recovery test (figura 7), che consente di conoscere il valore del $\dot{V}O_2\max$ (massimo consumo di ossigeno) e della VAM (velocità massima aerobica), attraverso l'applicazione di determinate formule. La squadra ha svolto questa performance in 3 date (28 marzo, 9 maggio, 9 agosto) in una condizione fisica di affaticamento moderato. Questo perché il test è stato effettuato il giorno successivo ad un doppio allenamento, nella prima e nell'ultima data, mentre è avvenuto il giorno successivo ad un'amichevole, con una squadra olandese, nella seconda data.

Il preparatore atletico ha disposto due file di conetti distanti l'una da l'altra di 20m ed una terza fila disposta 5m dopo la linea di partenza. Il protocollo esecutivo consiste in una corsa a navetta di 20m (andata e ritorno), scandita da un segnale acustico prodotto da un

apparecchio apposito, e seguita da una fase di recupero attivo di 10" in cui deve essere ricoperta la distanza di 5m (andata e ritorno) camminando, prima che ci sia il beep seguente. Il test incomincia ad una velocità standard di 10km/h e aumenta in maniera incrementale scandito dal segnale acustico. La prova si ritiene conclusa quando l'atleta non riesce più, per due volte, a mantenere il ritmo di velocità dettato dal segnale vocale. La prima volta l'atleta viene ammonito, mentre successivamente la sua prova viene interrotta. Lo *Yo-Yo Test* è un test intermittente che fornisce importanti informazioni riguardo la potenza aerobica di un giocatore. In particolare, tramite la conoscenza del livello di velocità di corsa che viene raggiunto durante il test, è possibile stimare il valore del massimo consumo di ossigeno per ogni giocatrice.

Durante la giornata del test le atlete dopo aver effettuato il *warm-up* di 15-20', hanno preso familiarizzazione con il test, in particolare con la cadenza del segnale acustico e hanno poi svolto tutte insieme la prova finale. I dati sono stati registrati poi dal preparatore atletico.



(figura 7)

Test di forza e potenza alla panca piana:

Per misurare la forza degli arti superiori è stato effettuato un test di potenza alla panca piana in tre diverse date del periodo preparatorio (7 marzo, 9 maggio, 10 agosto). La potenza espressa in questa esercitazione è stata misurata tramite un encoder ottico (Tendo Unit model V104, Tendo Sports Machines, Trencin, Slovak Republic) (figura 8) utilizzando carichi dai 25 ai 55 kg. Questa prova si è svolta in una palestra e sono stati utilizzati una panca, un bilanciere e dei dischi. Le atlete, prima di svolgere il test, hanno eseguito un riscaldamento incentrato sulla mobilità della spalla e degli esercizi con elastici per attivare i muscoli del tronco e del core. Inoltre, prima di utilizzare l'encoder a diversi carichi è stata effettuata una serie da 10 ripetizioni con un bilanciere vuoto (20kg). Dopo aver preso familiarizzazione con il movimento di spinta è iniziato il test. Ad ogni giro il peso veniva aumentato di 5kg, permettendo di stimare l'1RM tramite un metodo

incrementale. Il test veniva considerato concluso quando l'atleta non riusciva più a sollevare un determinato carico. A 25kg sono state eseguite 3 ripetizioni ed è stata registrata solo la miglior potenza espressa in una delle tre ripetizioni; a partire dai 30kg veniva eseguita un'unica ripetizione. Il carico massimo in cui è stata registrata la potenza sono i 55kg, e solo due atlete sono riuscite a sollevare questo carico. Il parametro del AUC (*area under the curve*) identifica la potenza di un atleta ai vari carichi utilizzati nel test.



(figura 8)

Handgrip test:

Il test deputato alla misurazione della forza di presa di entrambi gli arti superiori è stato svolto nelle date del 8 marzo e del 9 agosto. Le atlete hanno eseguito questa prova

all'interno di una palestra, dopo aver eseguito un breve *warm-up* incentrato sulla mobilità e sull'attivazione degli arti superiori, specialmente a livello dei polsi. Lo strumento utilizzato è stato lo Hand dynamometer analogico (figura 9), che ha permesso di rilevare immediatamente la forza espressa. Il test è stato effettuato due volte sia nella mano destra sia nella mano sinistra e dopo che sono state effettuate prove di familiarizzazione col test.



(figura 9)

Morfologia muscolare:

Durante il periodo preparatorio è stato rilevato e misurato lo spessore muscolare tramite ecografia (*Ecografo B-mode e connettore sonda*) (figura 10), che ha consentito, dunque,

di conoscere la qualità muscolare delle atlete. Queste misurazioni sono state rilevate il 9 maggio e il 10 agosto e le zone che sono state osservate sono in particolare il muscolo trapezio e il vasto laterale. Le immagini ecografiche del muscolo scheletrico sono state raccolte dal lato destro per ciascuna giocatrice. Prima della raccolta delle immagini, tutte le posizioni anatomiche di interesse sono state identificate utilizzando punti di riferimento standardizzati per il muscolo vasto laterale (VL) e il muscolo trapezio (TR). Il VLMT è stato misurato lungo la sua distanza longitudinale al 50% dalla parte laterale della tibia al punto più prominente del grande trocantere del femore, con il ginocchio piegato di 10°. La sonda è stata posizionata sulla superficie della pelle senza deprimere lo strato dermico; lo spessore del muscolo del trapezio è stato misurato nel punto medio del ventre muscolare tra T1 e il bordo acromiale posteriore, dove i bordi del muscolo erano paralleli. Una testa di scansione con sonda lineare da 12 MHz (Mindray MD20, Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Shenzhen, Cina) è stata rivestita con gel di trasmissione idrosolubile per ottimizzare la risoluzione spaziale e utilizzata per raccogliere tutte le immagini ecografiche. Quest'ultime sono state acquisite ed analizzate dallo stesso tecnico esperto, ovvero il preparatore atletico della nazionale. Le misure di MT sono state ottenute utilizzando un'immagine *B-mode* longitudinale e sono state acquisite e analizzate tre immagini MT consecutive per ciascun muscolo. L'intensità dell'eco (EI) è stata valutata

mediante analisi computerizzata in scala di grigio utilizzando ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, MD Version 1.45).

I valori grezzi dell'EI sono stati determinati per i muscoli VL e TR come indice corrispondente della qualità muscolare, con valori compresi tra 0 e 255 A.U. (nero = 0; bianco = 255). Lo spessore del tessuto adiposo sottocutaneo è stato quantificato con la funzione linea retta di ImageJ come la distanza tra l'interfaccia pelle-muscolo e il bordo superiore dell'aponeurosi del muscolo.

È stata utilizzata la media di tre valori di spessore sottocutaneo per ciascuna immagine. I valori grezzi di EI sono stati poi corretti per lo spessore dell'adipe sottocutaneo utilizzando l'equazione precedentemente pubblicata da Young et al., 2015 (46):

El corretto (cEI)=RawEI+(spessore del grasso sottocutaneo in cm ×40,5278)

Per le analisi statistiche è stata utilizzata la media delle 3 misure di MT e EI. I coefficienti di correlazione intraclasse erano 0,96 (SEM = 0,63 mm) e 0,97 (SEM = 0,55), rispettivamente per TRMT e VLMT.

L'ecografia è stata effettuata in questi due distretti corporei in quanto sono muscoli strettamente coinvolti nell'hockey su prato.



(figura 10)

Monitoraggio del carico:

Il carico interno è stato monitorato mediante l'utilizzo di una scala di percezione dello sforzo 0-10 (figura 11), impiegata per rilevare il carico interno percepito dalle giocatrici post allenamento, e la scala di recupero fisico (figura 12) e mentale (figura 13).

Le ultime due hanno consentito di valutare la qualità del recupero a livello fisico ed a livello mentale; alle giocatrici è stato richiesto 30' prima di effettuare un allenamento successivo. Tutti e 3 i sistemi di monitoraggio del carico venivano richiesti alle atlete mediante "moduli google" da completare ed inviare.

Come è stato il tuo allenamento?

VALORE:	DESCRIZIONE:
0	Riposo
1	Molto, molto facile
2	Facile
3	Moderato
4	Abbastanza duro
5	Duro
6	.
7	Molto Duro
8	.
9	.
10	Massimale

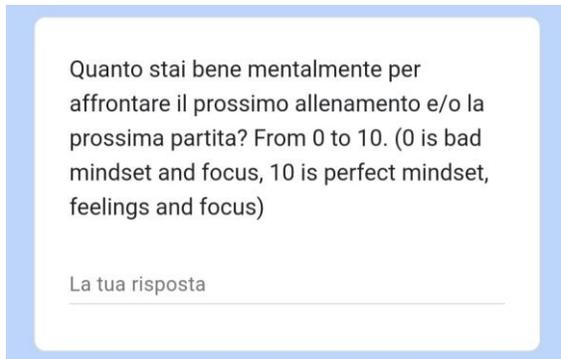
La tua risposta

(figura 11)

Quanto ti senti bene per affrontare il prossimo allenamento? Quanto stai bene fisicamente? Da 0 a 10 (from 0 to 5.9: no good, too much fatigue, bad recovery, soreness, can't play; from 6 to 6.9: medium recovery but you can play; from 7 to 10: good/perfect recovery, pretty good feelings with your body). Scrivi un numero e una breve spiegazione!

La tua risposta

(figura 12)



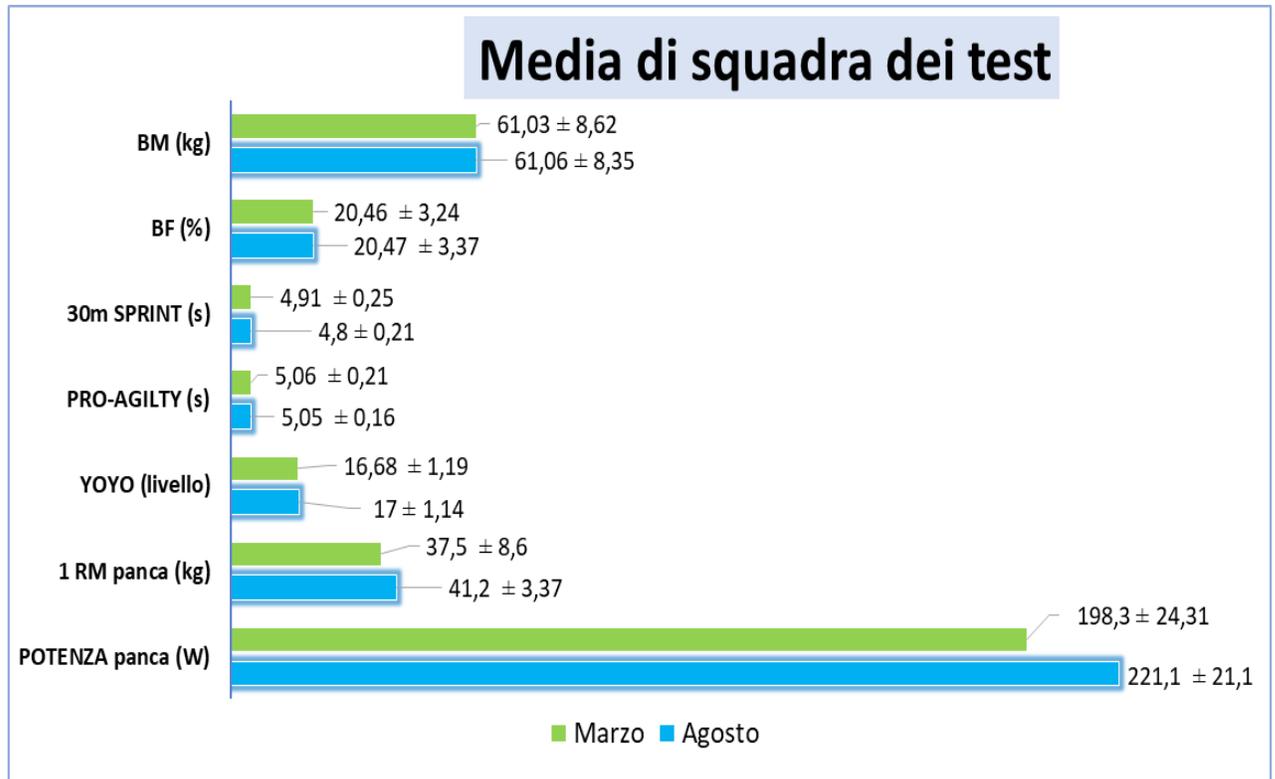
Quanto stai bene mentalmente per affrontare il prossimo allenamento e/o la prossima partita? From 0 to 10. (0 is bad mindset and focus, 10 is perfect mindset, feelings and focus)

La tua risposta

(figura 13)

2.3 Analisi statistica dei dati

Il test di Shapiro-Wilk è stato utilizzato per esaminare la normale distribuzione dei dati. Tutti i dati sono stati analizzati con SPSS 20 per Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) e sono riportati nel testo come media \pm SD, ottenute tramite Excel. Per l'analisi statistica sono state utilizzate la correlazione di Pearson e l'analisi di regressione. Il livello di significatività è stato fissato per $p \leq 0,05$. Le medie sono state ottenute tenendo in considerazione esclusivamente le atlete che hanno effettuato tutte le misurazioni in tutte le date, ovvero quindici giocatrici. Dal grafico sottostante (grafico 1) si possono individuare ed osservare le medie per ogni prova sia del mese di marzo che del mese di agosto.



(grafico1)

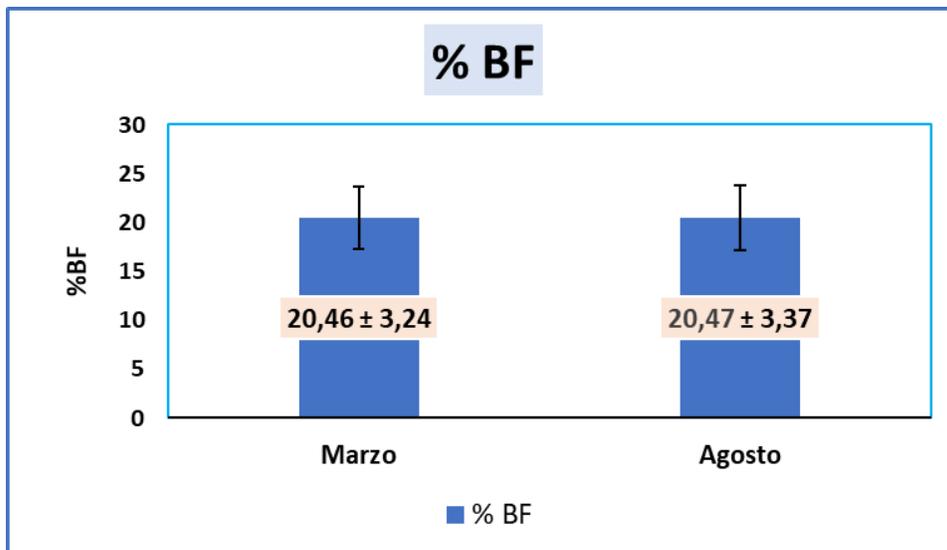
3 – RISULTATI

Tutti i test effettuati e le rilevazioni raccolte dagli investigatori hanno portato alla luce determinati risultati, mediante la comparazione fra le valutazioni nei diversi timepoints del PP.

3.1 Confronto fra le variabili durante il periodo di preparazione.

Composizione corporea: Non sono state registrate modificazioni significative della % BF fra marzo ed agosto ($p=0,957$; $\eta^2=0,001$) (grafico 2) (tabella 2).

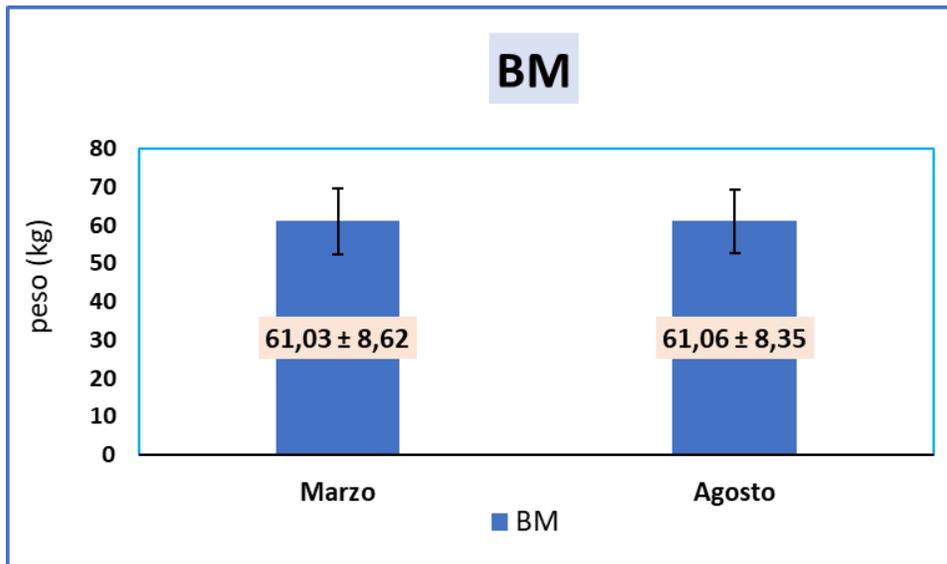
Le misurazioni sulla BM non hanno riportato una modificazione significativa dal mese di marzo a quello di agosto ($p=0,950$; $\eta^2=0,000$) (grafico 3) (tabella 3).



(grafico 2)

PP	marzo	agosto
Media gruppo	20,46 ± 3,24	20,47 ± 3,37
% BF		

(tabella 2)



(grafico 3)

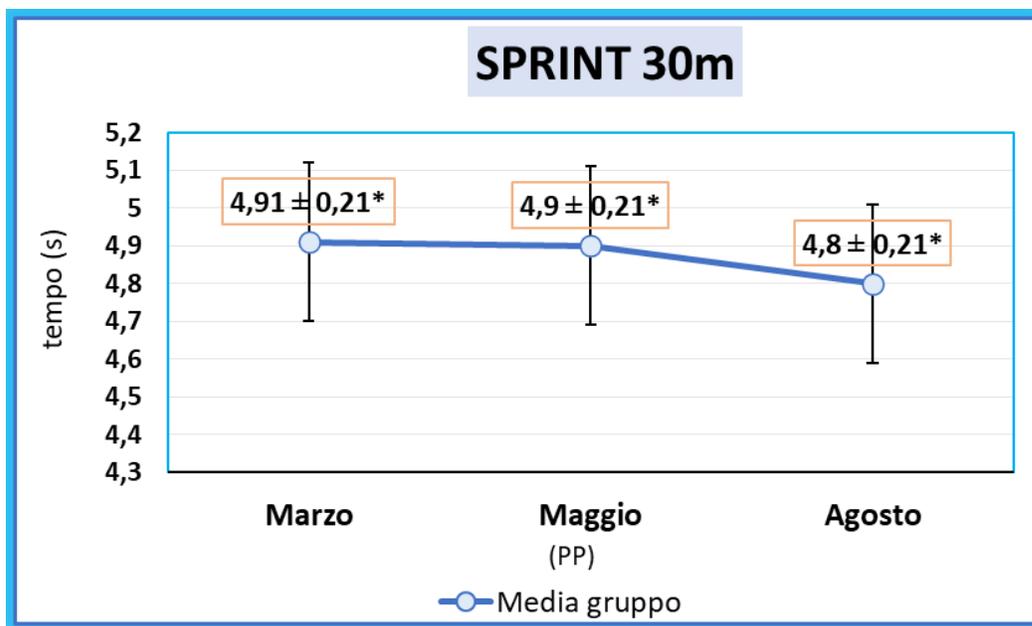
PP	marzo	agosto
Media gruppo	61,03 kg ± 8,62	61,06 kg ± 8,35
BM		

(tabella 3)

Test di Sprint e Pro-Agility:

Una differenza fra i timepoints è stata identificata per la prestazione di sprint sui 30m ($p=0,006$; $\eta^2 =0,460$) (grafico 4) (tabella 4). Indagini post hoc hanno identificato una differenza significativa fra marzo ed agosto ($p=0,031$)* e fra maggio ed agosto ($p=0,043$)*, ma non fra marzo e maggio ($p>0,05$). Il miglioramento nella prestazione fra marzo e agosto è stato di 13 centesimi di secondo.

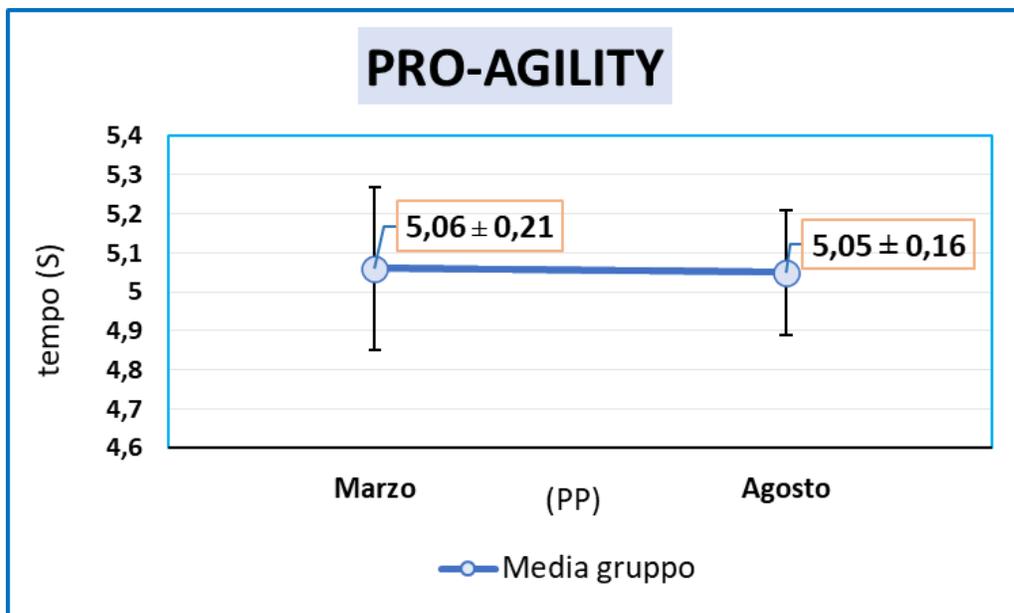
Non sono state rilevate differenze fra i timepoints per il test di pro-Agility ($p=0,623$; $\eta^2=0,019$) (grafico 5) (tabella 5).



(grafico 4)

PP	marzo	maggio	agosto
Media gruppo sprint	4,91 s ± 0,25	4,90 s ± 0,25	4,8 s ± 0,21*

(tabella 4)



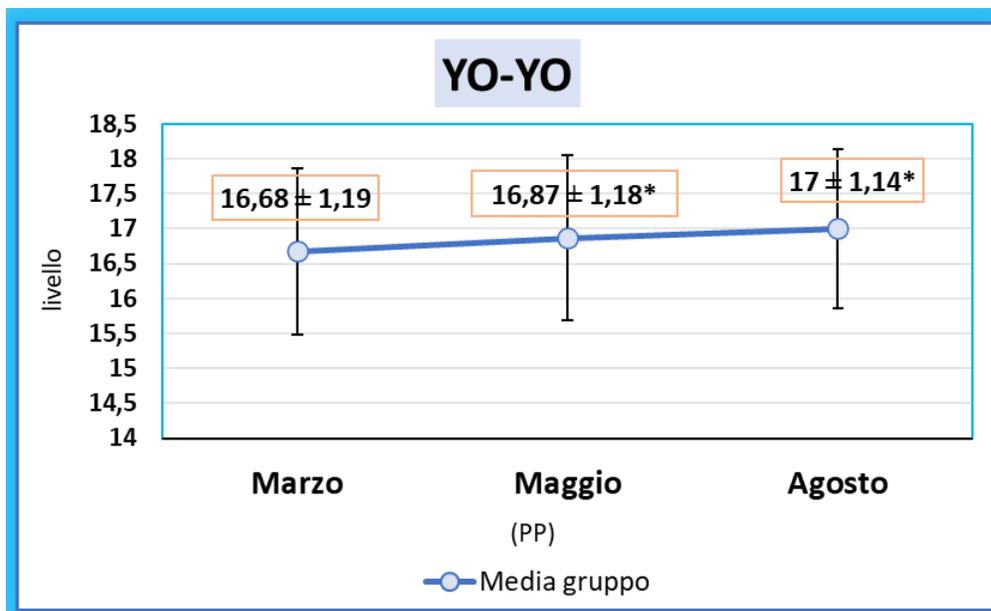
(grafico

5)

PP	marzo	agosto
Media gruppo pro-agility	5,06 s ± 0,21	5,05 ± 0,16

(tabella 5)

Yo-yo test: Una differenza è stata rilevata nei diversi timepoints per la prestazione dello Yo-yo test ($p=0,000$; $\eta^2 =0,380$) (grafico 6) (tabella 6). Indagini post hoc hanno identificato una differenza significativa fra marzo e maggio ($p=0,04$)* e fra marzo e agosto ($p=0,01$)*, ma non fra maggio e agosto ($p=0,211$).



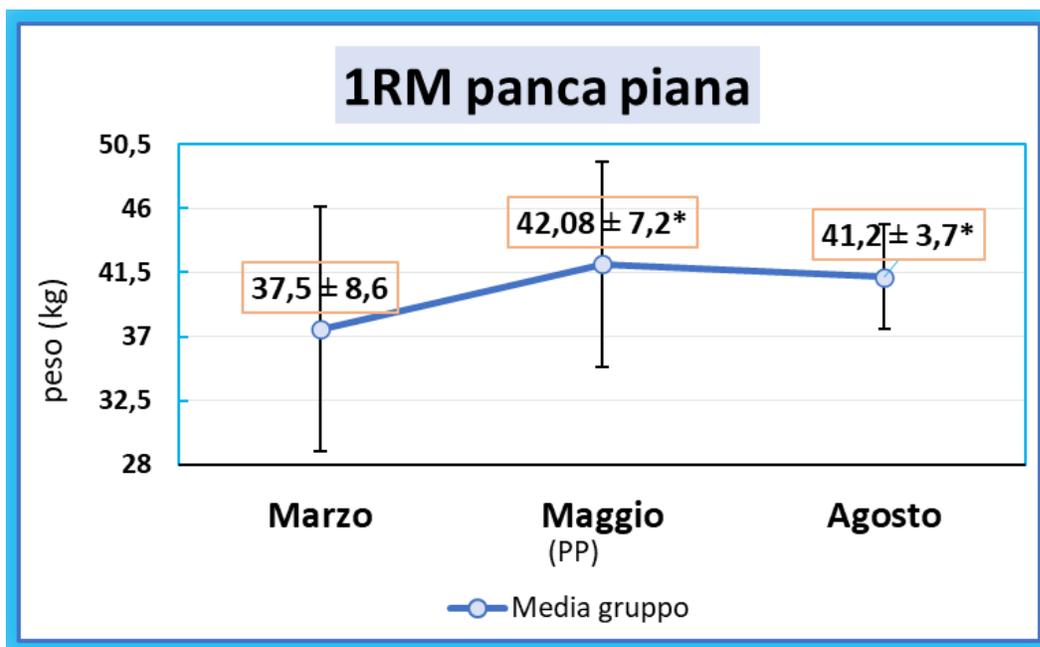
(grafico 6)

PP	marzo	maggio	agosto
Media gruppo yo-yo	16,68 ± 1,19	16,87 ± 1,18	17 ± 1,14

(tabella 6)

Test di forza e potenza alla panca piana: Una differenza fra i timepoints è stata identificata per la prestazione di 1RM alla panca piana ($p=0,037$; $\eta^2 =0,268$) (grafico 7) (tabella 7). Indagini post hoc hanno rilevato una differenza significativa fra marzo e agosto ($p=0,020$)* e fra marzo e maggio ($p=0,05$)*, ma non fra maggio e agosto ($p>0,05$).

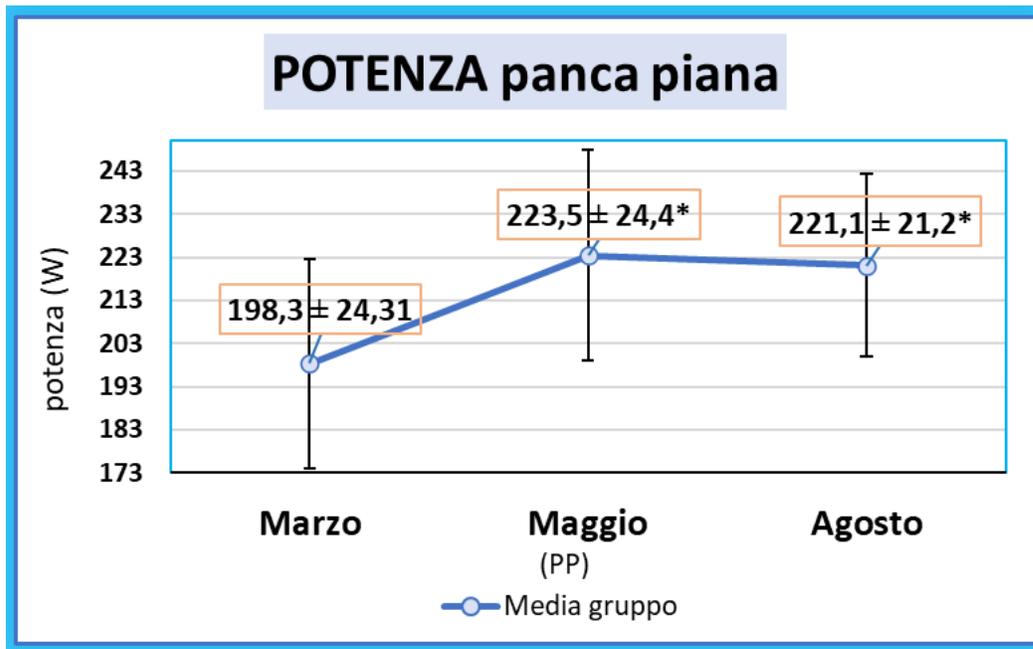
Una differenza fra i timepoints è stata rilevata anche nella prova di potenza alla panca piana ($p=0,008$; $\eta^2=0,588$) (grafico 8) (tabella 8). Le indagini post hoc hanno riportato una differenza significativa fra marzo e maggio ($p=0,007$)* e fra marzo e agosto ($p=0,012$)*, ma non fra maggio e agosto ($p>0,05$).



(grafico 7)

PP	marzo	maggio	agosto
Media gruppo 1RM	37,5 kg ± 8,6	42,08 kg ± 7,2	41,2 kg ± 3,7

(tabella 7)



(grafico 8)

PP	marzo	maggio	agosto
Media gruppo potenza panca	198,3 ± 24,31	223,5 ± 24,4	221,1 ± 21,2

(tabella 8)

4 – DISCUSSIONE

Il presente studio si proponeva di riportare il profilo prestativo di giocatrici italiane della nazionale senior di hockey su prato nei diversi timepoints in cui sono state effettuate le valutazioni, durante il periodo di preparazione al torneo di qualificazione per gli europei. L'obiettivo dello studio era quello di analizzare gli effetti di un piano di allenamento mirato e, dunque, monitorare periodicamente le prestazioni fisiche delle atlete, in vista della competizione ufficiale di agosto. L'intento era quello di raggiungere un miglioramento prestativo, sia a livello di squadra sia individuale e far sì che durante il periodo competitivo le atlete si trovassero in una condizione fisica ottimale e migliore di quella di marzo (inizio preparazione).

I principali risultati ottenuti da questo studio sono stati i seguenti:

in seguito ad una programmazione di allenamento della durata di 6 mesi, caratterizzata da 2/3 sedute a settimana in palestra e 2/3 sedute a settimana incentrate su lavori di sprint, cambi di direzione e *interval training*, alcuni parametri prestativi della squadra sono migliorati significativamente.

Non ci sono stati progressi dal punto di vista della composizione corporea e nel test di agilità in cui i valori sono rimasti per lo più invariati; tuttavia, miglioramenti rilevanti si sono manifestati in altri parametri.

Il tempo medio della squadra sulla distanza dei 30m è diminuito di circa 13 centesimi di secondo da marzo ad agosto; questo risultato, potrebbe essere attribuito: a) al lavoro svolto in palestra, che ha portato ad un incremento della forza massima degli arti inferiori e superiori e b) alle esercitazioni effettuate sugli sprint massimali e ripetuti.

Possedere un'elevata potenza anaerobica aiuta a sviluppare la qualità dello sprint del giocatore (20, 32, 42). Come dichiarano molteplici studi, le capacità di sprint e di sprint ripetuti sono fondamentali componenti di fitness in questo sport. (31, 32, 37, 43) Il gioco dell'hockey richiede, infatti, un'elevata potenza anaerobica poiché accelerare e decelerare rapidamente sono azioni ricorrenti durante il gioco. È soprattutto l'accelerazione ad essere fondamentale per le prestazioni nell'hockey piuttosto che la velocità massima (32, 37, 43).

Le giocatrici che hanno preso parte a questo studio hanno evidenziato una resistenza aerobica ben sviluppata, che è paragonabile ad altri studi che riportano valori di $VO_2\text{max}$ nell'hockey femminile d'élite (23). Risulta auspicabile l'incremento nella prestazione media del gruppo fino al raggiungimento del valore 17, che si avvicina al valore suggerito per la categoria "*Top Elite Soccer Players*" che è di 17.5 (Bangsbo et al. 2008) (2).

Nonostante il miglioramento positivo la squadra deve ancora raggiungere i requisiti per poter essere classificata e competere al livello di élite. Questo progresso potrebbe, comunque, essere dovuto all'aumento del volume dell'allenamento di resistenza nella fase preparatoria, che dimostra che il $VO_2\max$ dei giocatori di hockey può migliorare, così come la tolleranza al lattato, mediante l'allenamento (32, 23).

Una capacità di prestazione aerobica fortemente sviluppata è importante non solo in relazione al forte contributo del metabolismo aerobico, ma anche in considerazione del carattere intermittente degli sport di squadra, con brevi attività ad alta intensità (ad esempio, lo sprint) intervallate da periodi più lunghi a bassa intensità. Questi movimenti intensi di breve durata portano a un alto tasso di degradazione della fosfocreatina, che viene poi risintetizzata durante i periodi successivi ad intensità moderata. La velocità di questo recupero dipende in larga misura dalla potenza aerobica ($VO_2\max$) (8, 23).

I risultati ottenuti nel test massimale di forza alla panca piana e di potenza dimostrano che, attraverso una corretta programmazione e distribuzione dei carichi nelle sedute in palestra, la squadra ha raggiunto un miglioramento significativo, specialmente da marzo a maggio, dove si è registrato l'incremento maggiore. Si è registrato invece una leggera flessione (non significativa) fra maggio ed agosto, riconducibile probabilmente al maggior numero di sedute svolte in campo incentrate sugli aspetti metabolici e di sprint rispetto alle sedute in palestra. Inoltre, nel mese precedente alla competizione l'allenatore ha

voluto privilegiare gli allenamenti tecnico-tattici, dunque, per non caricare eccessivamente le giocatrici, sono diminuite le sessioni in palestra e il loro volume. Comunque, gli adattamenti raggiunti nei mesi precedenti si sono mantenuti durante il periodo competitivo, e questo era l'obiettivo che ci si era prefissati di raggiungere. La combinazione di carichi pesanti e leggeri può produrre gli adattamenti alla forza desiderati, sostenendo al contempo le caratteristiche di sviluppo della forza e della potenza importanti per le prestazioni sportive (44, 47). Molte attività dell'hockey su prato sono caratterizzate da forza ed esplosività, la potenza erogata durante queste attività è legata alla forza dei muscoli coinvolti nei movimenti. Pertanto, per un giocatore di hockey potrebbe essere vantaggioso avere una forza muscolare elevata, che diminuisce statisticamente anche il rischio di subire infortuni (32).

L'esercizio fisico provoca determinate reazioni nell'organismo e induce numerosi cambiamenti in diverse sue funzioni. Questi cambiamenti riflettono l'adattamento dell'organismo ai carichi utilizzati. Se l'esercizio è adeguatamente regolato, provoca un aumento della capacità fisica degli atleti.

Gli allenatori tengono conto di queste informazioni nel monitoraggio dell'allenamento, che è un elemento importante per la sua ottimizzazione. L'ottimizzazione dell'allenamento si basa su una serie di azioni logicamente organizzate, tra cui un'analisi delle prestazioni dei giocatori durante le competizioni e la pianificazione deliberata dei

carichi applicati durante particolari parti del periodo di competizione. Le ricerche hanno dimostrato che le capacità chiave dei giocatori di hockey su prato sono la resistenza alla velocità, la rapidità e la resistenza aerobica. Per preparare un programma di allenamento adeguato, è necessario effettuare una valutazione del livello iniziale delle capacità motorie primarie, che viene poi ripetuta nei momenti del ciclo di allenamento in relazione alla sua periodizzazione e agli obiettivi prefissati (43, 32).

I dati rilevati da diversi studi sul volume totale delle distanze percorse e le intensità di corsa per ogni posizione di gioco sono informazioni cruciali per consentire di stipulare programmi di allenamento specifici per ogni giocatore, in grado di riflettere le esigenze fisiche richieste durante le partite (32).

5 – CONCLUSIONI

In conclusione, questi cambiamenti positivi, ottenuti in determinati parametri prestativi sono dovuti all'allenamento costante ed individualizzato e alla partecipazione ad un numero elevato di competizioni. La recente introduzione di modifiche al regolamento ha cambiato le richieste fisiche del gioco, rendendolo verso un aspetto più anaerobico. Pertanto, il gioco richiede un'elevata potenza e forza; tuttavia, anche lo sviluppo di un'elevata capacità aerobica è essenziale per l'hockey su prato, in quanto i giocatori devono coprire una vasta area del terreno durante la partita. Il monitoraggio del livello di performance di ogni giocatrice ha un aspetto cruciale nella stesura di programmi di allenamento specifici ed individualizzati. Attualmente, sono ancora limitati gli studi sull'hockey su prato a partire dal 2014, anno in cui è stato modificato il regolamento di gioco.

In futuro, sarà importante conoscere maggiormente come strutturare gli allenamenti in funzione del gioco.

In particolare, nella nazionale italiana senior, in futuro si spera che potranno essere effettuati più test specifici e che verranno adottate maggiori tecnologie di monitoraggio

del carico (ad esempio l'uso di sensori GPS, cardiofrequenzimetri, microsensori del lattato etc.) in modo da avere un più accurato monitoraggio del carico di lavoro interno ed esterno, e poter ambire a raggiungere una prestazione fisica migliore.

Per quanto attiene il livello di élite, la componente fisica è un aspetto fondamentale per poter competere più agevolmente con le nazioni che si trovano in una posizione di ranking migliore di quella italiana. Dunque, nella nazionale italiana femminile senior, raggiungere parametri fisici migliori potrà consentire più possibilità di competere a livello internazionale ed ottenere risultati più prestigiosi.

6 – BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Bandyopadhyay, A., Datta, G., & Dey, S. K. (2019). Body composition characteristics and physiological performance tests of junior elite field hockey players according to different playing positions. *Journal of Physical Education and Sport, 19*, 1460-1467.
2. Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports medicine, 38*, 37-51.
3. Barboza, S. D., Joseph, C., Nauta, J., Van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2018). Injuries in field hockey players: a systematic review. *Sports Medicine, 48*, 849-866.
4. Bartolomei, S., D'Amico, A., Treno, F., Cortesi, M., Pagliara, S., Mignardi, S. (2022). *Influences of sex on muscle quality and performance in Elite Field Hockey Players.*
5. Bartolomei, S., Hoffman, J. R., Merni, F., & Stout, J. R. (2014). A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28*(4), 990-997.

6. Bartolomei, S., Nigro, F., Ciacci, S., Malagoli Lanzoni, I., Treno, F., & Cortesi, M. (2021). Relationships between Muscle Architecture and Performance in Division I Male Italian Field Hockey Players. *Applied Sciences*, 11(10), 4394.
7. Bartolomei, S., Stout, J. R., Fukuda, D. H., Hoffman, J. R., & Merni, F. (2015). Block vs. weekly undulating periodized resistance training programs in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2679-2687.
8. Bishop, D., Lawrence, S., & Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2), 199-209.
9. Bloomfield, J., Polman, R., O'DONOGHUE, P. E. T. E. R., & McNaughton, L. A. R. S. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1093-1100.
10. Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports medicine*, 38, 1045-1063.
11. Calò, C. M., Sanna, S., Piras, I. S., Pavan, P., & Vona, G. (2009). Body composition of Italian female hockey players. *Biology of Sport*, 26(1), 23.
12. Dewar, H., & Clarke, J. (2021). Peak Running Intensities in Field Hockey-a Positional Analysis. *Journal of Human Kinetics*, 79(1), 135-144.
13. Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Van Duijn, M. A. J., & Lemmink, K. A. P. M. (2006). Development of the interval endurance capacity in elite and sub-elite youth field hockey players. *British journal of sports medicine*, 40(4), 340-345.

14. Evans, E. M., Rowe, D. A., Mistic, M. M., Prior, B. M., & Arngrímsson, S. A. (2005). Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 2006-2011.
15. Forster, J. W., Uthoff, A. M., Rumpf, M. C., & Cronin, J. B. (2022). Pro-agility unpacked: Variability, comparability and diagnostic value. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17(5), 1225-1240.
16. Gabbett, T. J. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1321-1324.
17. Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology*, 75(2), 712-719.
18. Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 56-66.
19. Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports medicine*, 35, 757-777.
20. Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual?. *PLoS One*, 14(7), e0215551.
21. Ihsan, M., Yeo, V., Tan, F., Joseph, R., Lee, M., & Aziz, A. R. (2021). Running demands and activity profile of the new four-quarter match format in men's field hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(2), 512-518.

22. Iqbal, Y. (2022). Influence of kinematic and anthropometric factors on drag–flick performance in field hockey. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(4), 1072-1078.
23. Kapteijns, J. A., Caen, K., Lievens, M., Bourgois, J. G., & Boone, J. (2021). Positional match running performance and performance profiles of elite female field hockey. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(9), 1295-1302.
24. Kawalek, K., & Garsztka, T. (2013). An analysys of muscle balance in professional field hockey players.
25. KRZYKAŁA, M. (2009). Location of body fat by dual-energy x-ray absorptiometry in professional male field hockey players in relation to their field position. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 16(2).
26. Lopez De Subijana, C., Juárez, D., Mallo, J., & Navarro, E. (2010). Biomechanical analysis of the penalty-corner drag-flick of elite male and female hockey players. *Sports Biomechanics*, 9(2), 72-78.
27. Lord, F., Pyne, D. B., Welvaert, M., & Mara, J. K. (2022). Field hockey from the performance analyst's perspective: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17(1), 220-232.
28. Lyakh, V., Mikołajec, K., Bujas, P., Witkowski, Z., Zając, T., Litkowycz, R., & Banyś, D. (2016). Periodization in team sport games-A review of current knowledge and modern trends in competitive sports. *Journal of human kinetics*, 54, 173.

29. Macutkiewicz, D., & Sunderland, C. (2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of sports sciences*, 29(9), 967-973.
30. Manchev, A. (2012). Beep test measurement of the aerobic capacity of female field hockey players. *Activities in Physical Education & Sport*, 2(2).
31. Manna, I., Khanna, G. L., & Dhara, P. C. (2011). Effects of Training on Body Composition, Aerobic Capacity, Anaerobic Power and Strength of Field Hockey Players of Selected Age Groups. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 23(1).
32. Manna, I., KHANNA, G. L., & Dhara, P. C. (2015). Effects of Training on Anthropometric, Physiological and Biochemical variables of Indian under 19 years field Hockey Players. *Biology of Exercise*, 11(2).
33. McGuinness, A., Malone, S., Hughes, B., Collins, K., & Passmore, D. (2019). Physical activity and physiological profiles of elite international female field hockey players across the quarters of competitive match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(9), 2513-2522.
34. McGuinness, A., Passmore, D., Malone, S., & Collins, K. (2022). Peak running intensity of elite female field hockey players during competitive match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 1064-1070.
35. McMahon, G. E., & Kennedy, R. A. (2019). Changes in player activity profiles after the 2015 FIH rule changes in elite women's hockey. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(11), 3114-3122.

36. Quinney, H. A., Dewart, R., Game, A., Snydmiller, G., Warburton, D., & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33(4), 753-760.
37. Reilly, T., & Borrie, A. (1992). Physiology applied to field hockey. *Sports Medicine*, 14, 10-26.
38. Reilly, T., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (1990). Physiology of sports: An overview. *Physiology of sports*, 465-485.
39. Sánchez-Migallón, V., López-Samanes, Á., Del Coso, J., Navandar, A., Aagaard, P., & Moreno-Pérez, V. (2022). Effects of consecutive days of matchplay on maximal hip abductor and adductor strength in female field hockey players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 1-9.
40. Selye, H. (1956). *The stress of life*.
41. Singh, J., Appleby, B. B., & Lavender, A. P. (2018). Effect of plyometric training on speed and change of direction ability in elite field hockey players. *Sports*, 6(4), 144.
42. Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time–motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of sports sciences*, 22(9), 843-850.
43. Strzelczyk, R., Konarski, J. M., Karpowicz, K., Janowski, J., Bartkowiak, S., Konarska, A., & Podgórski, T. (2018). Hypothesised and Actual Changes in the General Motor Parameters of Field Hockey Players During the Training Cycle. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 25(1), 31-38.

44. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, *48*, 765-785.
45. Vanderstukken, F., Borms, D., Berckmans, K., Spanhove, V., & Cools, A. M. (2020). Relative scapular-muscle ratios during maximal isokinetic shoulder-girdle strength performance in elite field hockey players. *Journal of Athletic Training*, *55*(3), 274-281.
46. Young, H. J., Jenkins, N. T., Zhao, Q., & McCully, K. K. (2015). Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. *Muscle & nerve*, *52*(6), 963-971.
47. Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, *1*(2), 74-83.
48. Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *10*(1), 159-169.
49. Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction?. *Journal of sports medicine and physical fitness*, *42*(3), 282-288.