

I BENEFICI DEL CONSUMO DI KIWI SUL SONNO E SUL RECUPERO DEGLI ATLETI PROFESSIONISTI DI ALTO LIVELLO. Studio scientifico

Rónán Doherty^{1,2,3}, Sharon Madigan^{2,4,5}, Alan Nevill⁶, Giles Warrington^{4,5} and Jason Gordon Ellis^{3,4,5}

¹ Sports Lab North West, Atlantic Technological University Donegal, Letterkenny Campus, Port Road, F92 FC93 Letterkenny, Ireland

² Sport Ireland Institute, National Sport Campus, Abbotstown, D15 PN0N Dublin, Ireland

³ Northumbria Centre for Sleep Research, Northumbria University, Newcastle NE7 7XA, UK

⁴ Sport and Human Performance Research Centre, University of Limerick, V94 T9PX Limerick, Ireland

⁵ Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Limerick, V94 T9PX Limerick, Ireland

⁶ Faculty of Education, Health and Wellbeing, University of Wolverhampton, Walsall Campus, Walsall WV1 1LY, UK

* Author to whom correspondence should be addressed.

Nutrients 2023, 15(10), 2274; <https://doi.org/10.3390/nu15102274>

Received: 16 April 2023 / Revised: 7 May 2023 / Accepted: 9 May 2023 / Published: 11 May 2023

ABSTRACT

Il sonno scarso e il conseguente recupero insufficiente possono avere un impatto negativo sullo svolgimento degli allenamenti, aumentando il rischio di lesioni e riducendo le prestazioni successive. A causa dell'approccio "food first" adottato da molti atleti, c'è spazio per lo studio di interventi basati su "alimenti funzionali" (ad esempio, il kiwi contiene melatonina che svolge un ruolo nella regolazione del ritmo circadiano) progettati per promuovere il recupero dell'atleta e/o migliorare la qualità e la quantità del sonno.

Metodi: dopo la valutazione di base (settimana 1) tutti i soggetti hanno iniziato l'intervento (settimane 2-5). Durante l'intervento di 4 settimane, ai partecipanti è stato chiesto di consumare 2 kiwi verdi di medie dimensioni (*Actinidia Deliciosa*) un'ora prima di coricarsi. I partecipanti hanno completato una serie di questionari all'inizio e dopo l'intervento.

Risultati: I risultati hanno dimostrato un impatto positivo del consumo di kiwi sugli aspetti chiave del sonno e del recupero negli atleti di alto livello. Dall'inizio al post-intervento, si sono verificati miglioramenti clinicamente significativi nella qualità del sonno (ovvero, punteggi globali PSQI e punteggi dei componenti della qualità del sonno nettamente migliorati) e miglioramenti nell'equilibrio dello stress di recupero (riduzione dello stress generale e delle scale di stress sportivo). Inoltre, l'intervento ha migliorato il sonno, come evidenziato da aumenti significativi del tempo di sonno totale e dell'efficienza del sonno %

con riduzioni significative del numero di risvegli dopo l'inizio del sonno.

Conclusioni: i risultati hanno ampiamente suggerito che il kiwi ha un impatto positivo sul sonno e sul recupero negli atleti di alto livello.

Parole chiave: dormire; nutrizione; recupero; atleti.

1. INTRODUZIONE

Gli atleti d'élite di alto livello sono portati ad avere problematiche legate al riposo come una durata abituale breve del sonno (<7 h per notte) e scarsa qualità del sonno stesso (ad esempio, sonno frammentato)^[1]. Le molteplici esigenze poste agli atleti d'élite tra cui la frequenza, il volume, l'intensità e i tempi dell'allenamento e della competizione^[1,2,3], l'ansia da prestazione^[4,5] e le esigenze di viaggio^[6,7] possono avere un impatto negativo sulla salute del sonno. Una buona salute del sonno è caratterizzata da soddisfazione, tempismo appropriato, durata adeguata, alta efficienza e prontezza di vigilanza durante le ore di veglia e può essere valutata negli atleti utilizzando il questionario Regolamentazione, Soddisfazione, Allerta, Tempi, Efficienza e Durata (RU-SATED)^[8]. La salute del sonno è un concetto che implica una visione olistica del sonno rispetto ai singoli sintomi e disturbi^[9]. Anche altri fattori legati allo stile di vita (ad es. alimentazione, uso di caffeina) e l'esposizione alla tecnologia (ad es. esposizione alla luce blu notturna) possono avere un impatto negativo sul sonno degli atleti^[1]. Il sonno scarso e il conseguente mancato recupero possono avere un impatto negativo sull'efficienza dell'allenamento, aumentare il rischio di infortuni e inficiare le prestazioni successive^[10], che possono portare a un superamento non funzionale (NFO) a breve termine e alla sindrome da sovrallenamento (OTS)/sindrome da sottoperformance inspiegabile (UUPS) a lungo termine^[11,12]. I benefici per la salute dati dal consumo di frutta sono ben documentati^[13]. In precedenza è stato suggerito che il sonno degli atleti potrebbe essere migliorato analizzando e migliorando le loro abitudini alimentari, ad esempio aumentando l'assunzione di frutta, verdura e pesce e riducendo al contempo l'assunzione di alimenti trasformati^[14]. Data l'adozione di un approccio "food first" da parte di molti atleti^[15], c'è spazio per indagare su interventi basati sul cibo progettati per promuovere il recupero degli atleti e/o migliorare la salute del sonno. Gli antiossidanti sono comunemente consumati dagli atleti nel tentativo di ridurre lo stress ossidativo dopo l'allenamento.

È stato anche dimostrato che i kiwi contengono melatonina (24 µg/g)^[16], che svolge un ruolo importante nella regolazione del ritmo circadiano, cioè addormentarsi e mantenere il sonno sono più facili all'inizio e dopo l'inizio della secrezione di melatonina. Il contenuto di serotonina (5,8 µg/g) nel kiwi può contribuire a migliorare il sonno, mentre il ricco contenuto di antiossidanti può sopprimere l'espressione dei radicali liberi e le citochine infiammatorie. La carenza di folati è stata collegata all'insonnia e alla sindrome delle gambe senza riposo; il folato nel kiwi può migliorare quindi di conseguenza il sonno^[17]. Un piccolo studio crossover randomizzato comprendente 6 maschi e 8 femmine ha dimostrato che il consumo di dosi variabili di kiwi (1-3/d × 3 settimane, con 2 settimane di interruzione tra le dosi) ha determinato un aumento significativo dei livelli plasmatici di vitamina

C.^[18]. Rispetto all'inizio, il consumo di 2 kiwi al giorno ha aumentato significativamente i livelli plasmatici di vitamina C del 20% ($73 \mu\text{M} \pm 4$; $p < 0,01$)^[18]. Inoltre, era evidente un miglioramento dello stato antiossidante; i linfociti isolati dal sangue raccolto dai partecipanti hanno dimostrato una ridotta sensibilità all'attacco ossidativo da (H_2O_2) in vitro e anche l'ossidazione endogena del DNA dei linfociti è stata ridotta^[18]. Tuttavia, va detto che i risultati di questo studio potrebbero non essere generalizzabili a causa delle dimensioni molto ridotte del campione.

Nell'ultimo decennio, il kiwi ha ricevuto attenzione in termini di potenziali proprietà che favoriscono il sonno. Ad oggi, la ricerca si è concentrata su popolazioni auto-segnaledate o con problemi di sonno diagnosticati. Uno studio che ha coinvolto volontari ($n = 25$) che hanno auto-riferito disturbi del sonno ha dimostrato che il consumo di 2 kiwi 1 ora prima di coricarsi per 4 settimane ha migliorato significativamente il tempo di sonno totale misurato dall'actigrafia (16,9%) e l'efficienza del sonno (2,4%) ($p < 0,001$)^[17]. Anche le misure di autovalutazione del sonno sono migliorate in modo significativo; WASO ridotto (-28,9%); e la latenza dell'inizio del sonno si è ridotta (-35,4%) mentre l'efficienza del sonno è aumentata (5,4%) ($p \leq 0,002$)^[17]. La qualità e la durata del sonno sono migliorate significativamente dopo l'intervento con i kiwi per 4 settimane. Tuttavia, va notato che il sonno non è stato monitorato durante il periodo di intervento. In uno studio simile, gli studenti ($n = 74$) con diagnosi di insonnia (utilizzando la scala Bergen Insomnia) hanno consumato 130 g di kiwi o un placebo (130 g di pera) 1 ora prima di andare a letto per 4 settimane, e il sonno è stato valutato sia mediante actigrafia sia mediante i diari del sonno. Sebbene non vi fossero differenze statisticamente significative nelle misure oggettive del sonno, vi erano effetti di gruppo statisticamente significativi per la qualità soggettiva del sonno ($F1, 51 = 5,88$, $p < 0,05$) e per la funzione diurna ($F1, 51 = 4,79$, $p < 0,05$)^[19]. Questi risultati promettenti giustificano ulteriori indagini sugli atleti in relazione al consumo di kiwi e alla loro interazione con il sonno e il recupero. Sono necessarie ulteriori ricerche per studiare i potenziali benefici e l'applicazione pratica del consumo di kiwi per promuovere il recupero post-esercizio e/o migliorare la qualità e la quantità del sonno negli atleti.

L'attuale studio è il primo passo nello sviluppo di uno specifico intervento nutrizionale per ottimizzare la qualità del sonno, la quantità del sonno, la salute del sonno e/o migliorare il recupero post-esercizio negli atleti professionisti. Questo è il primo studio a indagare l'impatto del consumo di kiwi sul sonno e sul recupero degli atleti di alto livello.

Gli obiettivi di questo studio sono i seguenti:

Caratterizzare i livelli basali di sonno e recupero degli atleti professionisti; Valutare l'impatto dell'integrazione di kiwi sul sonno e sulla salute del sonno degli atleti professionisti; Rivalutare i livelli di sonno e recupero degli atleti professionisti dopo l'intervento di 4 settimane.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Progetto

Questo studio era un test "aperto" per valutare l'impatto dell'integrazione di kiwi sul sonno e sul recupero negli atleti e, come tale, lo scopo del percorso non è stato nascosto ai partecipanti [20]. Ai partecipanti è stato detto che lo scopo della ricerca era studiare l'impatto dell'ingestione di kiwi sul recupero degli atleti.

2.2. Partecipanti

Un gruppo di atleti di alto livello (n = 15) di una squadra nazionale di vela (n = 9; 7 maschi e 2 femmine) e di una squadra nazionale di atletica leggera (mezzofondisti; n = 6; 2 maschi e 4 femmine) sono stati reclutati attraverso il National Sports Institute. Gli atleti erano considerati d'élite cioè membri di una squadra nazionale [21]. Nessun partecipante ha riferito di aver utilizzato farmaci per il sonno all'inizio o dopo l'intervento.

2.3. Procedura

Tutte le procedure sono state approvate dal comitato etico della ricerca della Facoltà di Scienze della Salute e della Vita della Northumbria University. Dopo aver letto il foglio informativo del partecipante, tutti i partecipanti hanno fornito il consenso informato scritto prima della raccolta dei dati. I partecipanti hanno completato il questionario di inizio e post-intervento e il diario del sonno quotidiano. I partecipanti sono stati istruiti su come completare il questionario di base e il diario giornaliero del sonno per tutta la durata dello studio (5 settimane; 1 settimana di controllo e 4 settimane di intervento) e su come completare il questionario post-intervento al termine dello studio, ovvero, dopo la settimana 5 (vedi Figura 1).

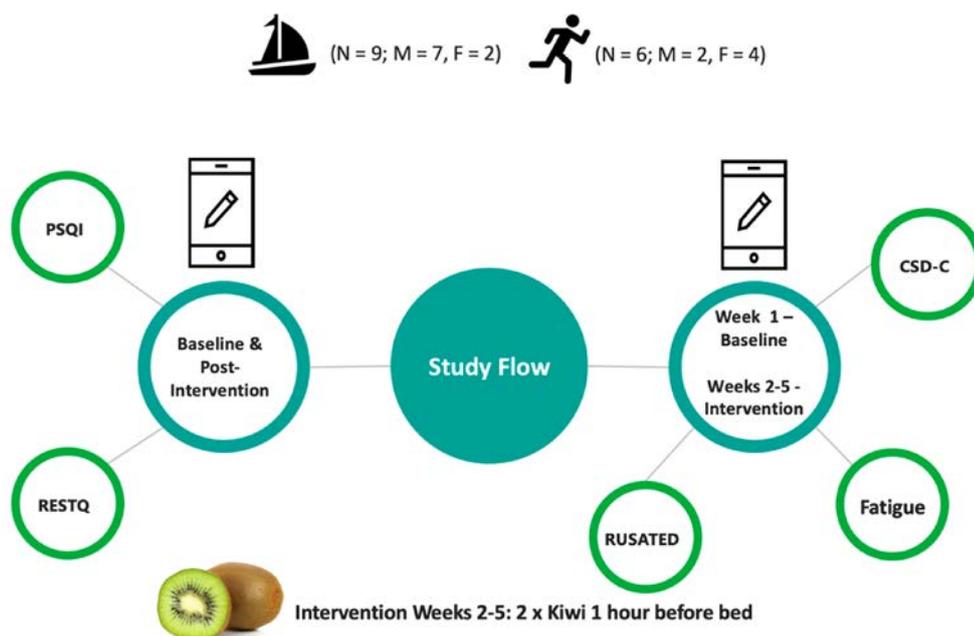


Fig 1)

2.4. Dati richiesti

Tutti i partecipanti hanno indicato i dati demografici prima di completare i questionari di base e post-intervento. I partecipanti hanno registrato il sesso, l'età, la massa corporea (kg), l'altezza (cm), lo sport, il tipo di atleta (elite o sub-elite), la fase della stagione (pre-season, competizione o off-season), il normale tempo di allenamento (prima 8:00, dalle 8:00 alle 17:00 e dopo le 17:00) e durata di allenamento/gara per settimana (minuti).

2.5. Il questionario per valutare lo stato di recovery-stress degli atleti (RESTQ Sport)

Punteggi alti sulle scale di stress indicano un alto livello di stress, mentre punteggi alti sulle scale di recupero indicano un alto livello di recupero^[22]. Ogni elemento viene valutato su una scala Likert (da 0 = Mai a 6 = Sempre) in base alla frequenza con cui l'intervistato si è impegnato in un'attività specifica nei tre giorni/notte precedenti, con una risposta di 0 che indica di non aver mai provato quella sensazione e 6 indicando di provare sempre la sensazione associata.

2.6. Test di valutazione sulla qualità del sonno di Pittsburgh (PSQI)

Il PSQI è una misura di autovalutazione della qualità del sonno, la scala è composta da 19 item raggruppati in 7 item compositi che sono ugualmente ponderati^[23]. I punteggi globali complessivi (GPSQI) sono stati calcolati sommando i sette componenti (intervallo 0-21, con punteggi più alti che indicano una qualità del sonno peggiore) e i punteggi dei componenti sono stati calcolati anche per fornire valutazioni di sottoscala di (i.) qualità del soggettiva del sonno, (ii.) latenza del sonno, (iii.) durata del sonno, (iv.) efficienza del sonno, (v.) disturbi del sonno, (vi.) uso di sonniferi e (vii.) disturbi durante il giorno^[24]. Poiché gli atleti spesso puntano ad avere benefici nelle loro prestazioni grazie ad una ottimizzazione del sonno, è giustificata l'identificazione di una qualità del sonno sia "scarsa" che "moderata"^[25]; quindi, per il GPSQI è stato utilizzato il cut-off standard (≥ 5).

2.7. Consensus Sleep Dairy-Core (CSD-C)

Il CSD-C, un diario del sonno standardizzato, e i dati raccolti sono stati utilizzati per calcolare indici di continuità del sonno come la latenza dell'inizio del sonno (SOL), il numero di risvegli (NoA), la veglia dopo l'inizio del sonno (WASO), il tempo trascorso a letto (TIB), tempo totale di sonno (TST) ed efficienza del sonno (SE)^[26]. Ulteriori scale Likert sono state utilizzate per segnalare l'affaticamento sia prima di andare a letto che al risveglio al mattino (da 1 = Completamente esausto a 8 = Completamente vigile) e la qualità del sonno (da 1 = Molto scarso a 5 = Molto buono). C'era anche una domanda per la quale i partecipanti registravano se consumavano o meno kiwi ogni giorno.

2.8. Normativa, Soddifazione, Prontezza, Tempistica, Efficienza e Durata (RU-SATED)

2.8.1. Questionario

Il RU-SATED è stato sviluppato per valutare la salute del sonno^[8]. La salute del sonno viene identificata attraverso la regolazione, la soddifazione, i tempi appropriati, la durata

adeguata, l'elevata efficienza e la vigilanza prolungata durante le ore di veglia^[8]. La salute del sonno è un concetto che implica una visione olistica del sonno rispetto ai singoli sintomi e disturbi^[9]. La RU-SATED valuta sei fattori della salute del sonno:

- 1) Regolazione: programma sonno-veglia coerente (entro 1 h)
- 2) Soddisfazione/qualità: valutazione soggettiva del sonno "buono" o "scarso"
- 3) Vigilanza/sonnolenza: capacità di mantenere la veglia
- 4) Timing: posizionamento del sonno entro le 24 h
- 5) Efficienza: facilità nell'addormentarsi e nel riaddormentarsi
- 6) Durata: quantità totale di sonno per 24 ore^[8].

Ogni fattore viene valutato su una scala Likert a 3 punti da 0 (raramente/mai) a 2 (solitamente/sempre); i punteggi di ciascun fattore possono essere convertiti in un punteggio totale (0-12) con punteggi più alti indicativi di una buona salute del sonno^[27].

2.8.2. Intervento di somministrazione dei kiwi

Dopo la valutazione di base (settimana 1) tutti i soggetti hanno iniziato l'intervento (settimane 2-5). Durante l'intervento di 4 settimane, ai partecipanti è stato chiesto di consumare 2 kiwi verdi di medie dimensioni (*Actinidia Deliciosa*) un'ora prima di coricarsi (vedi Figura 1). La dose era basata su dosi impiegate in studi precedenti (2 × Kiwi [17]) e (130 g^[19]) e la tempistica è stata decisa in modo da coincidere con la secrezione di melatonina. Poiché la ricerca è stata condotta in condizioni di "blocco" durante la pandemia di COVID-19, ai partecipanti è stato chiesto di acquistare i kiwi da soli e sono stati rimborsati al termine dello studio.

2.9. Analisi dei dati

Tutti i dati sono stati analizzati utilizzando Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versione 26, IBM Corporation) e Jamovi (versione 1.6, The Jamovi Project). Distribuzione di frequenza e statistiche descrittive sono state utilizzate per presentare i risultati^[28]. Tutti i dati sono stati presentati in media ± deviazione standard e/o frequenza. I test di Shapiro-Wilk sono stati utilizzati per valutare la distribuzione dei dati. Per esaminare le variazioni dei punteggi dal basale al post-intervento sono stati utilizzati il t-test dei campioni accoppiati e i test dei ranghi firmati di Wilcoxon. Le dimensioni dell'effetto sono state calcolate utilizzando d di Cohen e interpretate come piccolo $d \geq 0,2$, medio $d \geq 0,5$ e grande $d \geq 0,8$. Misure ripetute ANOVA e test di Friedman sono stati utilizzati per valutare la differenza nei punteggi rispetto al basale e settimana per settimana durante l'intervento. Per le variabili che hanno dimostrato differenze significative, sono stati eseguiti confronti a coppie per identificare ogni punto temporale in cui si sono verificate differenze significative rispetto al basale.

3. RISULTATI

In totale, hanno preso parte allo studio 15 atleti di alto livello di una squadra nazionale di vela (n = 9; maschi n = 7 e femmine n = 2) e di una nazionale di atletica leggera (n = 6; maschi n = 2 e femmine n = 4). Un test t per campioni indipendenti ha evidenziato differenze significative tra i gruppi al basale per massa corporea (t = -4,931; p < 0,001), altezza (t = -2,338; p < 0,05) e durata di allenamento/gara alla settimana (t = - 3.066; p < 0.01), che è indicativo delle diverse caratteristiche della vela e dell'atletica. Tuttavia, un Wilcoxon Signed rank test non ha rivelato differenze statisticamente significative dal basale al post-intervento per la massa corporea, il normale tempo di allenamento, la durata dell'allenamento e la fase della stagione (p > 0,05).

3.1. Baseline vs Post-intervento (PSQI e RESTQ)

Al fine di studiare i cambiamenti nella qualità del sonno e nell'equilibrio recupero/stress durante la durata dello studio, i partecipanti hanno completato il PSQI e il RESTQ all'inizio quindi al basale e dopo l'intervento. Non ci sono stati effetti significativi sul genere o sullo sport per nessuna misura nello studio attuale.

3.1.1. Qualità del sonno

È stato utilizzato un test di Wilcoxon per confrontare i punteggi dei componenti PSQI dal basale al post-intervento. La qualità del sonno è migliorata significativamente dal basale (1,53 ± 0,84) al post-intervento (0,27 ± 0,46; z = 78, p = 0,002) (vedere Figura 2). I punteggi globali PSQI si sono ridotti significativamente dal basale (6,47 ± 2,17) al post-intervento (4,13 ± 1,19; z = 91, p = 0,002) (Figura 3). Questi risultati erano dunque rilevanti da un punto di vista clinico, indicando una significativa riduzione dei problemi di sonno tra gli atleti. Nonostante ci siano stati miglioramenti dal basale al post-intervento nella latenza dell'inizio del sonno, nella durata del sonno e nell'efficienza del sonno, non sono state però osservate differenze significative (p > 0,05). Allo stesso modo, i punteggi dei componenti della sonnolenza diurna non sono cambiati rispetto al basale e dopo l'intervento.

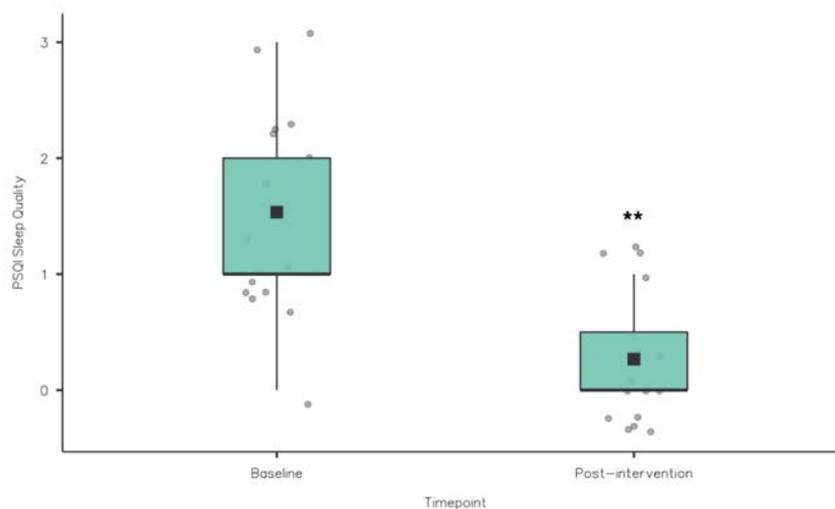


Fig 2)

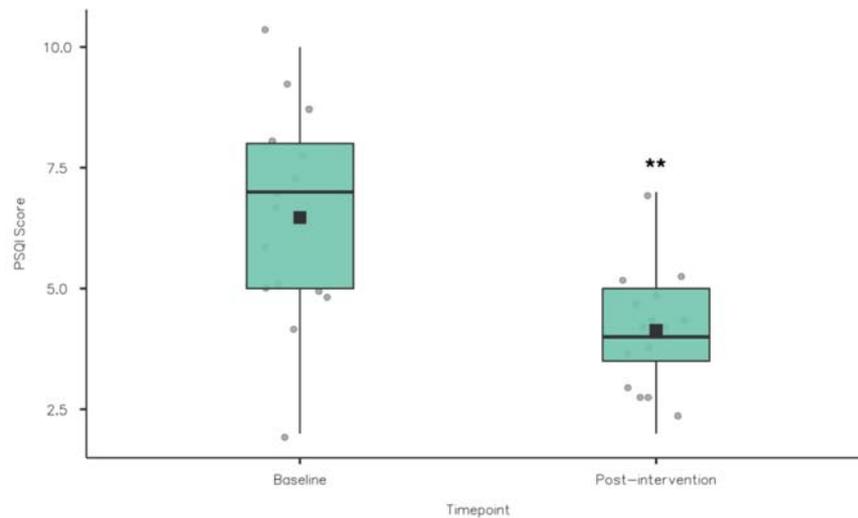


Fig 3)

3.1.2. Recupero

I Wilcoxon Signed rank test sono stati utilizzati per confrontare i punteggi RESTQ al basale e post-intervento. Ci sono stati miglioramenti statisticamente significativi dal basale al post-intervento relativi allo stress generale delle scale RESTQ ($3 \pm 0,86$ vs. $2,58 \pm 0,58$; $z = 2,77$, $p = 0,015$) e lo stress sportivo ($2,72 \pm 0,65$ vs. $2,39 \pm 0,63$; $z = 2,85$, $p = 0,019$). Al contrario, mentre entrambi sono aumentati, non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra recupero generale ($3,83 \pm 0,79$ vs. $4,11 \pm 0,84$; $z = -2,09$, $p = 0,71$) e recupero sportivo ($4,03 \pm 1,06$ vs. $4,09 \pm 0,92$; $z = -0,4$, $p = 0,65$).

È stato utilizzato anche un test di Wilcoxon per confrontare i 19 elementi della sottoscala RESTQ dal basale al post-intervento. Ci sono state riduzioni statisticamente significative della fatica ($3,4 \pm 1,42$ vs. $2,8 \pm 1,21$; $z = 50,5$, $p = 0,02$), disturbi fisici ($2,37 \pm 0,92$ vs. $1,8 \pm 0,6$; $z = 55$, $p = 0,005$) e pause disturbate ($2,38 \pm 0,8$ rispetto a $2,03 \pm 0,75$; $z = 57$, $p = 0,036$) (vedere Figura 4, Figura 5 e Figura 6).

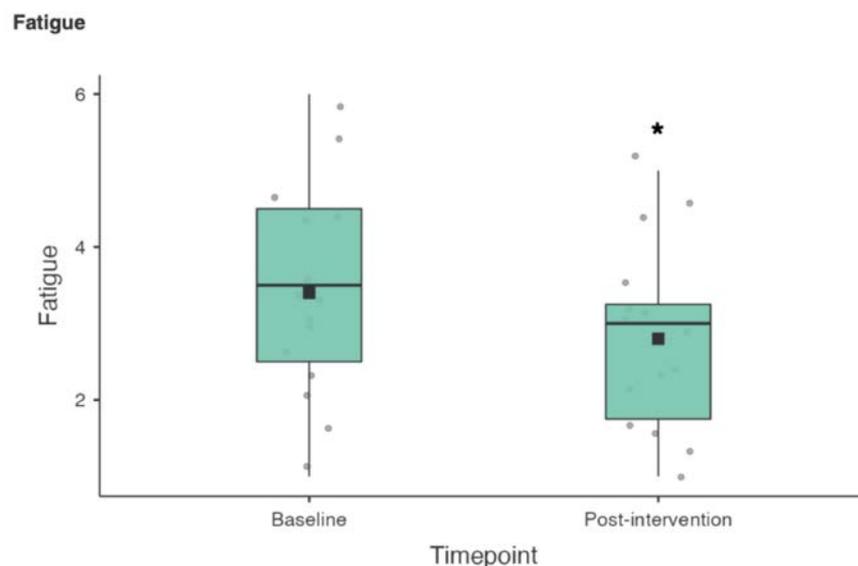


Fig 4)

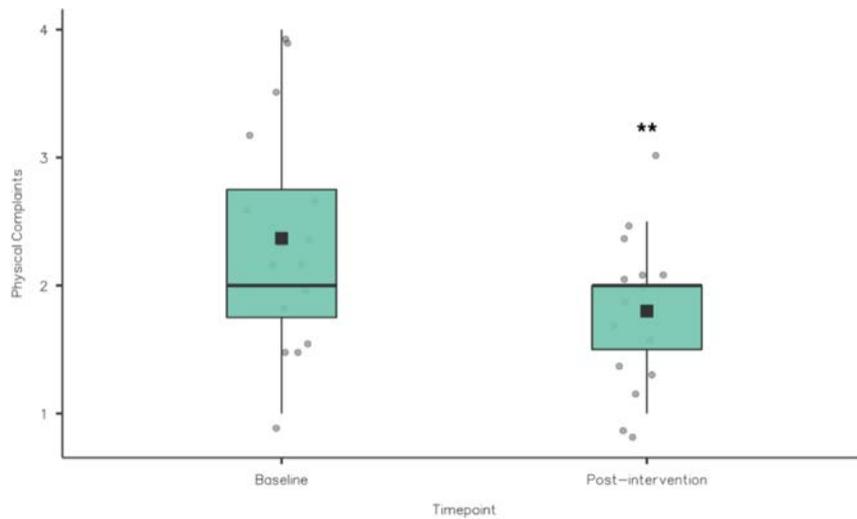


Fig 5)

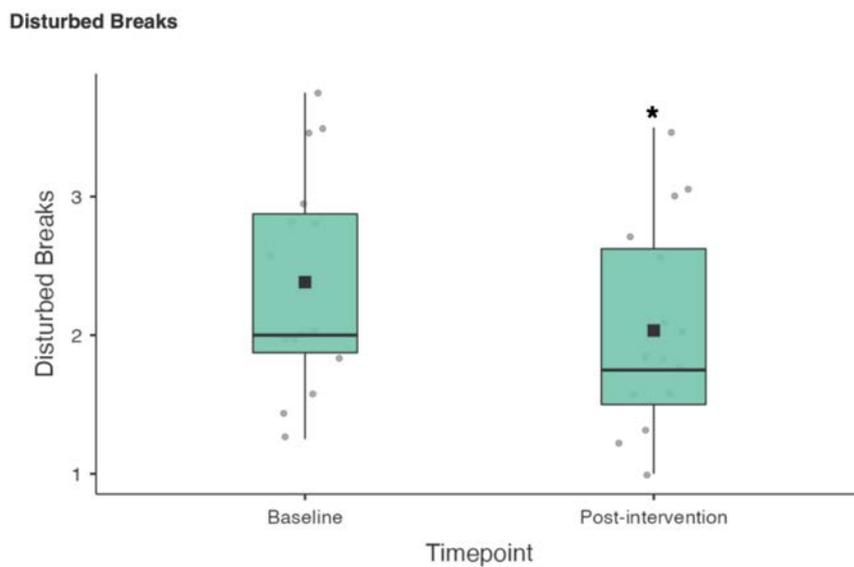


Fig 6)

3.2. Intervento (settimane 2-5)

L'adesione ($90 \pm 6,64\%$; intervallo 82,14-100%) all'intervento sulla somministrazione dei kiwi è stata elevata per tutti i partecipanti. La maggior parte degli atleti in questo studio ($n = 10$) era in pre-campionato, il che potrebbe aver migliorato i risultati. Al fine di studiare i cambiamenti nella qualità del sonno e nella salute del sonno, i partecipanti hanno completato quotidianamente il CSD-C e il RU-SATED per tutta la durata dello studio.

3.2.1. Diario del sonno

I dati giornalieri del diario del sonno sono stati analizzati su base settimanale. Per valutare la differenza tra il basale e le settimane di intervento per i dati del diario del sonno sono stati utilizzati un ANOVA a misure ripetute e un test di Friedman. Le variabili a distribuzione normale (SOL, TIB e TST) sono state analizzate utilizzando un'ANOVA a misure ripetute, mentre il test di Friedman è stato utilizzato per analizzare le variabili non a distribuzione normale (Awakenings, WASO, SE, Fatigue e SQ). Laddove c'erano differenze significative, sono stati eseguiti confronti a coppie per valutare se c'erano differenze significative tra le variabili in ogni momento durante l'intervento rispetto al basale. Un ANOVA a misure ripetute ha dimostrato che sebbene il SOL si sia ridotto durante l'intervento rispetto al basale, non vi erano differenze statisticamente significative ($F(1,81, 19,92) = 2,689, p > 0,05$). Al contrario, il TIB è aumentato dal basale all'intervento, ma le differenze non erano statisticamente significative ($F(1, 11) = 0,393, p > 0,05$). Il TST è migliorato di settimana in settimana dal basale all'intervento ($F(4, 44) = 6,653, p = 0,001$ parziale $\eta^2 = 0,38$). Il TST è aumentato dal basale di $7,6 \pm 0,75$ h a $8,55 \pm 0,44$ h alla settimana 4, un aumento statisticamente significativo di $0,83 \pm 0,23$ ([media \pm errore standard], $p < 0,05$) (vedere Figura 7).

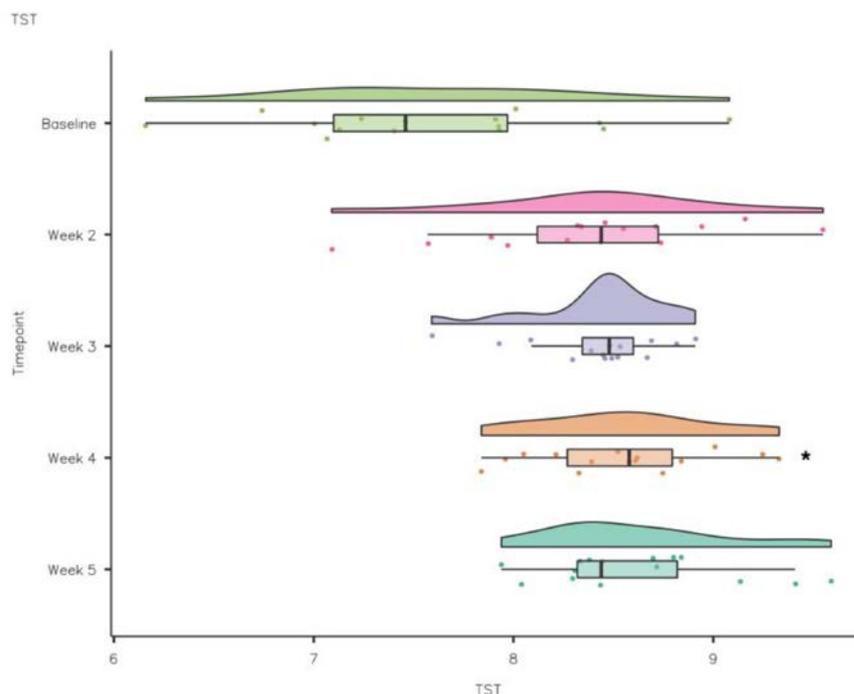


Fig 7)

Un test di Friedman ha evidenziato che NoA si è ridotto significativamente dal basale all'intervento: $\chi^2(4) = 12,6, p < 0,05$. Sono stati eseguiti confronti a coppie (Durbin-Conover) per valutare se vi fossero differenze significative tra i punti temporali durante l'intervento rispetto al basale. I confronti a coppie hanno dimostrato che c'era una riduzione statisticamente significativa del NoA rispetto al basale nelle settimane 3 ($p = 0,003$) e 4 ($p = 0,012$) (vedere Figura 8).

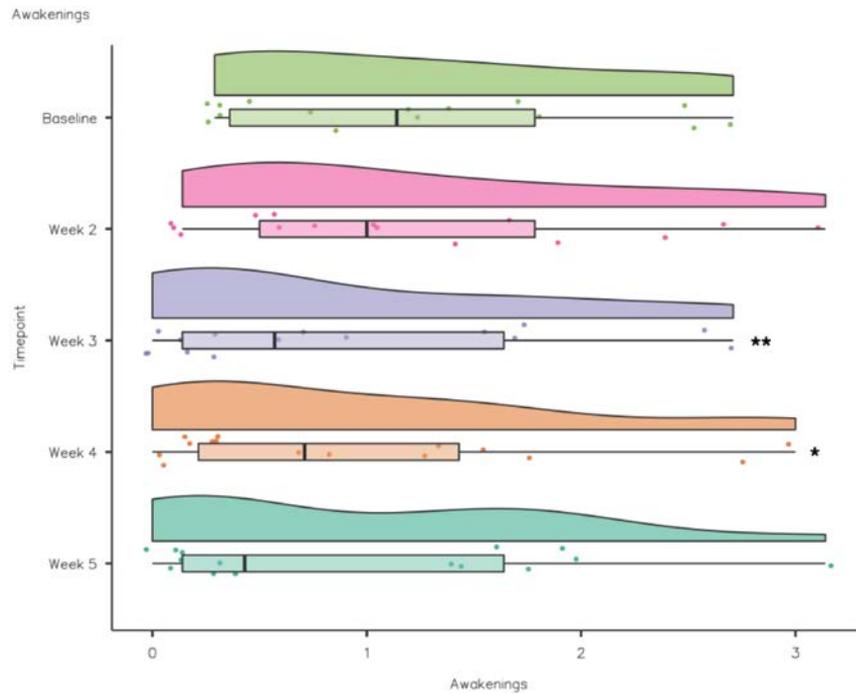


Fig 8)

Un test di Friedman ha evidenziato che WASO si è ridotto significativamente dal basale all'intervento: $\chi^2(4) = 12,5$, $p < 0,05$. I confronti a coppie (Durbin-Conover) hanno dimostrato che c'era una riduzione statisticamente significativa di WASO rispetto al basale nella settimana 3 ($p = 0,002$), settimana 4 ($p = 0,003$) e settimana 5 ($p = 0,014$) (vedi Figura 9).

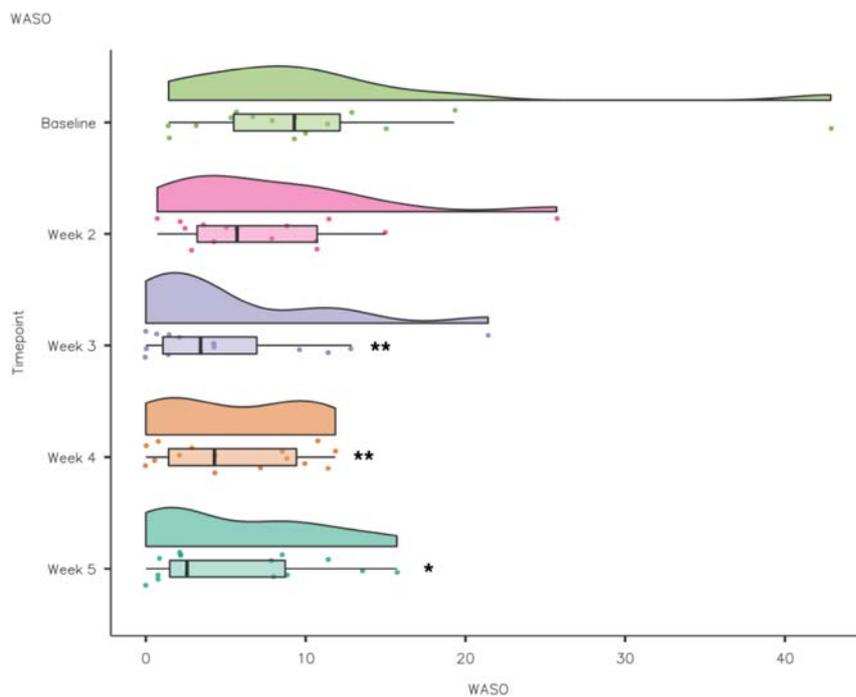


Fig 9)

Un test di Friedman ha mostrato che SE è aumentato significativamente dal basale all'intervento: $\chi^2(4) = 21,2$, $p \leq 0,001$. I confronti a coppie (Durbin-Conover) hanno dimostrato che c'era un aumento statisticamente significativo di SE rispetto al basale nella settimana 2 ($p = 0,018$), settimana 3 ($p < 0,001$), settimana 4 ($p < 0,001$) e settimana 5 ($p < 0,001$) (vedi Figura 10).

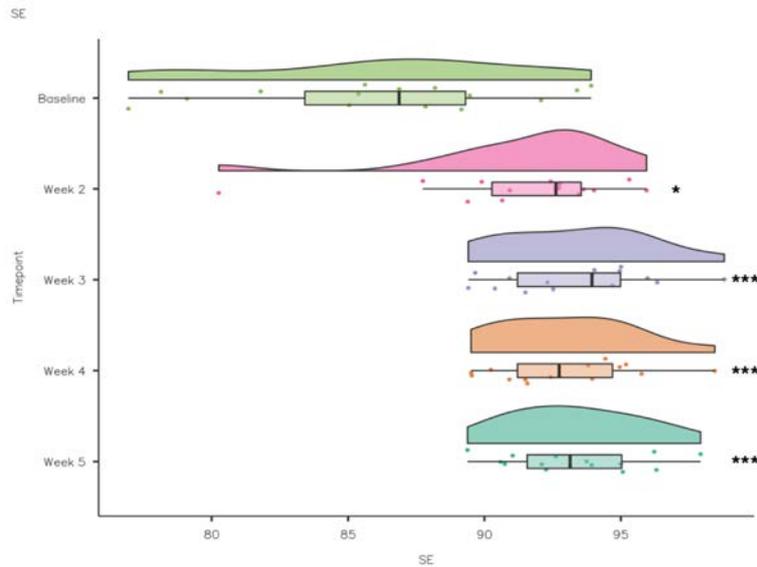


Fig 10)

L'autovalutazione della fatica nell'andare a letto non differiva significativamente dal basale all'intervento, $\chi^2(4) = 3,05$, $p = 0,55$, mentre c'era una differenza significativa nella fatica mattutina dal basale all'intervento: $\chi^2(4) = 15,6$, $p = 0,004$. I confronti a coppie (Durbin-Conover) hanno dimostrato che c'era una riduzione statisticamente significativa della fatica al mattino rispetto al basale nella settimana 5 ($p = 0,041$) (vedi Figura 11).

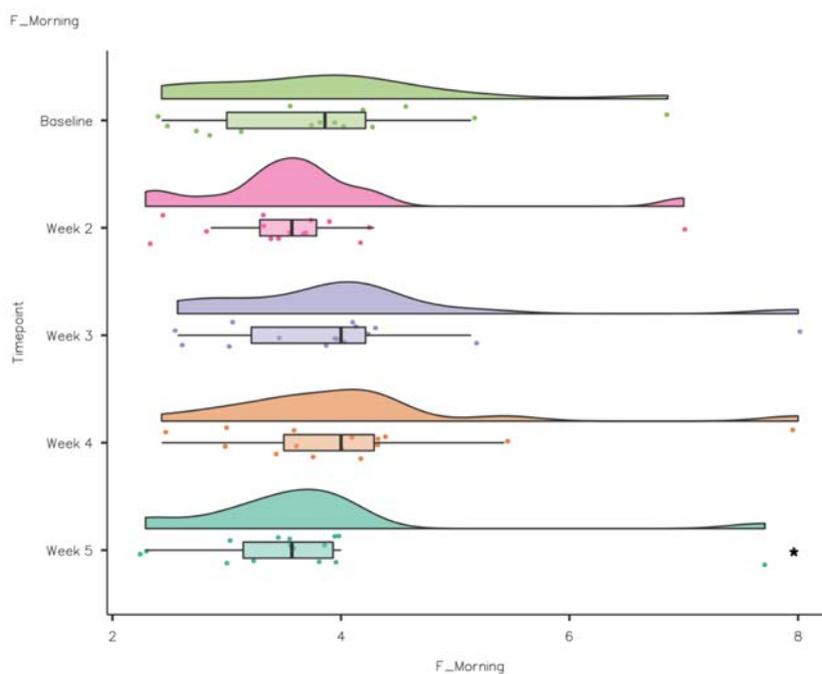


Fig 11)

Nonostante tutti i punteggi della qualità del sonno erano fossero alti durante l'intervento rispetto al basale, le differenze non erano significative: $\chi^2(4) = 8,62$, $p = 0,071$.

3.2.2. Salute del sonno

Un ANOVA a misure ripetute ha dimostrato che, sebbene i punteggi sulla salute del sonno aumentassero durante l'intervento (settimane 3-5) rispetto al basale, non vi erano differenze statisticamente significative ($F(4, 44) = 1,178$, $p > 0,05$). È stato utilizzato un test di Friedman per valutare la differenza tra il basale e le settimane di intervento per i dati RUSATED. Un test di Friedman ha mostrato che l'efficienza è aumentata significativamente dal basale all'intervento: $\chi^2(4) = 10,2$, $p \leq 0,036$. I confronti a coppie (Durbin-Conover) hanno dimostrato che c'è stato un miglioramento statisticamente significativo dell'efficienza rispetto al basale alla settimana 3 ($p = 0,005$), alla settimana 4 ($p = 0,021$) e alla settimana 5 ($p = 0,009$) (vedere la Figura 12). Non sono state rilevate differenze significative tra Regolazione, $\chi^2(4) = 8,62$, $p = 0,417$, e Soddisfazione/Qualità, $\chi^2(4) = 2,55$, $p = 0,637$. Sebbene i punteggi di vigilanza/sonnolenza migliorassero di settimana in settimana, i cambiamenti non erano significativi: $\chi^2(4) = 8,48$, $p = 0,075$. Non sono state rilevate differenze significative tra Timing, $\chi^2(4) = 1,00$, $p = 0,91$, e Durata, $\chi^2(4) = 4,11$, $p = 0,392$.

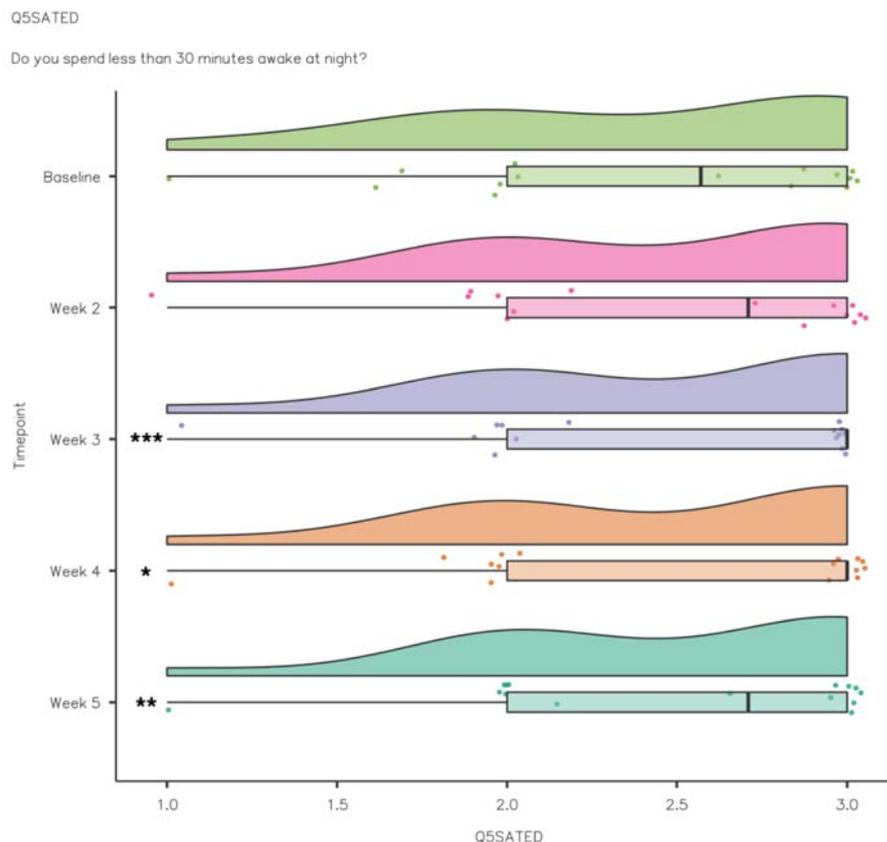


Fig 12)

4. DISCUSSIONE

Gli obiettivi del presente studio sono (i) valutare i livelli basali di sonno e recupero degli atleti di alto livello, (ii) valutare l'impatto dell'integrazione di kiwi sul sonno degli atleti stessi e (iii) rivalutare i livelli di sonno e recupero degli atleti dopo l'intervento. Questo è il primo studio a valutare l'impatto del consumo di kiwi sul sonno e sul recupero degli atleti di alto livello. Ad oggi, esistono ricerche molto limitate che indagano sulle potenziali proprietà dei kiwi nell'agire favorevolmente sul sonno e questo studio è il primo a indagare l'impatto del consumo di kiwi sul sonno e sul recupero negli atleti di alto livello. Pertanto, sono necessarie ulteriori ricerche per sviluppare linee guida pratiche per l'integrazione per migliorare il sonno e/o il recupero post esercizio.

4.1. Misure basali vs. post-intervento.

Nello specifico, la qualità del sonno PSQI è migliorata significativamente dal basale al post-intervento (da $1,53 \pm 0,84$ a $0,27 \pm 0,46$). Precedenti ricerche che utilizzavano misure sia soggettive ^[33] che oggettive ^[34] avevano suggerito che gli atleti d'élite hanno una qualità del sonno inferiore rispetto ai non atleti. La scarsa qualità del sonno è particolarmente preoccupante per gli atleti di alto livello in quanto può comportare una riduzione del recupero e/o delle successive prestazioni atletiche ^[4,35,36,37,38]. Nonostante ci siano stati miglioramenti dal basale al post-intervento nelle dimensioni PSQI della latenza dell'inizio del sonno (da $1,67 \pm 0,49$ a $1,35 \pm 0,62$), durata del sonno (da $0,34 \pm 0,49$ a $0,14 \pm 0,35$) ed efficienza del sonno (da $0,6 \pm 0,91$ a $0,2 \pm 0,42$), non sono state però osservate differenze significative. Allo stesso modo, i punteggi dei componenti della disfunzione diurna non sono cambiati dal basale al post-intervento, indicando alcun impatto sui livelli di sonnolenza diurna dal basale al post-intervento. Nessun partecipante ha riferito di aver utilizzato farmaci per il sonno al basale o dopo l'intervento. Tuttavia, è necessario notare la piccola dimensione del campione dello studio attuale ($n = 15$). Ciò è in netto contrasto con una recente indagine in Finlandia ($n = 228$) che ha dimostrato che il 33,9% ($n = 76$) utilizzava sonniferi ^[38]. Un rapporto della National Collegiate Athletic Association (NCAA) ha indicato che l'uso di farmaci per il sonno rappresentava il 10,3% dell'uso di sostanze varie in tutti gli sport negli studenti atleti americani ^[39]. La mancanza di utilizzo di farmaci per il sonno nel presente studio, nonostante l'87% ($n = 13$) degli atleti riferisse scarso sonno al basale, evidenzia la potenziale necessità di interventi e protocolli nutrizionali basati su dati evidenti (ad es. kiwi) per promuovere la salute del sonno in atleti di alto livello. Nel presente studio, ci sono stati miglioramenti statisticamente significativi dal basale al post-intervento per lo stress generale della scala RESTQ ($3 \pm 0,86$ vs. $2,58 \pm 0,58$) e lo stress sportivo ($2,72 \pm 0,65$ vs. $2,39 \pm 0,63$). Rispetto alla ricerca precedente sui giocatori di rugby ($n = 41$), i punteggi dello stress generale (avanti $1,38 \pm 0,62$ e indietro $1,57 \pm 0,68$) e dello stress sportivo (avanti $1,26 \pm 0,51$ e indietro $1,67 \pm 0,73$) nello studio attuale erano più alti (ovvero, indicavano più stress) al basale e dopo l'intervento. Tuttavia, va notato che questo campione era composto da studenti atleti e non necessariamente in competizione allo stesso livello dei partecipanti al presente studio ^[40]. In riferimento alle 19 voci del questionario RESTQ dal basale al post-intervento, si sono verificate riduzioni statisticamente significative della fatica ($3,4 \pm 1,42$ vs. $2,8 \pm 1,21$), dei disturbi fisici ($2,37 \pm 0,92$ vs. $1,8 \pm 0,6$) e gli intervalli tra un disturbo e l'altro ($2,38 \pm 0,8$ contro $2,03 \pm 0,75$). Associazioni significative tra le voci RESTQ fatica (OR 1.7) e intervalli tra un disturbo e l'altro (OR 1.84) sono state dimostrate nei calciatori professionisti tedeschi ($n = 22$) suggerendo che il rischio di infortuni è aumentato

a causa di periodi di riposo insufficienti e/o se i giocatori si sentivano esausti o sottoposti ad un eccessivo allenamento^[41]. I punteggi RESTQ al basale hanno suggerito che gli atleti nel presente studio trarrebbero beneficio da un intervento mirato a promuovere il sonno e/o il recupero.

4.1.1. Nel corso dell'intervento: diario del sonno

Per valutare l'impatto del consumo di kiwi sulla qualità del sonno, la durata del sonno, l'affaticamento e la salute del sonno, per la durata dell'intervento (1 settimana di riferimento e 4 settimane di intervento), i partecipanti hanno completato il CSD-C includendo ulteriori domande relative all'affaticamento. È stato recentemente suggerito che gli atleti di alto livello sono inclini a disturbi del sonno caratterizzati da abituale breve durata del sonno (<7 h/notte), sonno non ristoratore, SOL lungo, sonnolenza diurna, affaticamento diurno e scarsa qualità del sonno^[1]. Nel presente studio, il TST medio (ore) è migliorato dal basale ($7,6 \pm 0,75$) alla settimana 2 ($8,4 \pm 0,62$), alla settimana 3 ($8,42 \pm 0,34$), alla settimana 4 ($8,55 \pm 0,44$) e alla settimana 5 ($8,63 \pm 0,47$); i valori medi di settimana in settimana hanno soddisfatto le attuali linee guida sul sonno (cioè 7-9 ore) per gli adulti. Nel complesso, il TST medio è passato da inadeguato durante la settimana di base all'intervallo raccomandato di 8-10 ore per gli atleti durante l'intervento. Tuttavia, va notato che gli atleti hanno auto-riferito i loro comportamenti del sonno utilizzando un diario del sonno, che può essere influenzato da bias di richiamo, ad esempio, sovrastima della durata e dell'efficienza del sonno^[1]. Durate di sonno più brevi possono avere un impatto diretto sulle prestazioni atletiche attraverso effetti negativi sulla frequenza cardiaca, sulla frequenza respiratoria e sulle concentrazioni di lattato^[42] o indirettamente attraverso un impatto sull'umore, sulla motivazione o sul tasso di sforzo percepito (RPE)^[43,44]. La quantità di sonno che un individuo ottiene abitualmente ha implicazioni per la sua capacità di performare in modo efficace^[45]. Pertanto, i miglioramenti nella durata del sonno osservati nello studio attuale potrebbero avere un impatto positivo sulla salute e sulle prestazioni.

Uno studio recente che ha valutato il sonno utilizzando l'attigrafia in un ampio campione di atleti di alto livello (n = 175) ha dimostrato che la durata abituale del sonno era di $6,7 \pm 0,8$ ore mentre il bisogno di sonno autoidentificato era di $8,3 \pm 0,9$ ore e ha suggerito che i singoli atleti dormono meno rispetto agli atleti degli sport di squadra^[45]. È possibile che alcuni atleti richiedano meno di 7-9 ore di sonno, mentre altri ne richiedano di più^[45]. Sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere le esigenze di sonno degli atleti, la frequenza con cui gli atleti soddisfano queste esigenze di sonno e i possibili interventi (ad esempio, la nutrizione) che possono avere un impatto positivo sul sonno degli atleti. Precedenti ricerche hanno suggerito che non ci sono differenze tra i sessi per la durata abituale del sonno^[34,45]. Tuttavia, va notato che le atlete tendono ad essere meno rappresentate nella ricerca che studia il sonno e il recupero degli atleti, e questi confronti non sono specifici per lo sport. Sono state stabilite differenze nella fisiologia e biochimica maschile e femminile, ad esempio, i maschi hanno tipicamente una maggiore massa muscolare e meno tessuto adiposo che contribuisce a una maggiore forza, potenza aerobica e anaerobica rispetto alle femmine^[46,47]. L'impatto delle alterazioni delle concentrazioni di ormoni sessuali femminili durante il ciclo mestruale sul sonno e sul recupero degli atleti di alto livello merita ulteriori indagini. Nel presente studio, >50% (n = 8) del campione erano atlete e non vi erano effetti significativi di genere o sport sulle misure della durata o della qualità del sonno. Tuttavia, sono giustificate ulteriori ricerche

che si concentrino sulle differenze di genere all'interno degli sport poiché la ricerca sugli atleti tende a concentrarsi sui confronti tra gruppi di atleti piuttosto che sul confronto all'interno di sport specifici. Recentemente è stato suggerito che la frammentazione del sonno è un fattore che contribuisce alla scarsa qualità del sonno negli atleti^[1]. Si stima che gli atleti abbiano bisogno di $8,3 \pm 0,9$ ore di sonno^[45]; l'aumento del TIB durante l'intervento aumenterebbe la probabilità che un atleta raggiunga il proprio bisogno ottimale di sonno. Si sono verificati risvegli ridotti dal basale ($1,22 \pm 0,87$) all'intervento con riduzione significativa nella settimana 3 ($0,89 \pm 0,94$) e nella settimana 4 ($0,95 \pm 0,96$). Anche WASO si è ridotto rispetto al basale e in maniera significativa nella settimana 3 ($10,8 \pm 10,2$), nella settimana 4 ($5,56 \pm 4,43$) e nella settimana 5 ($5,68 \pm 5,19$). Una buona qualità del sonno è collegata ad una buona condizione di salute fisica, salute mentale e benessere, mentre una scarsa qualità del sonno può portare a stanchezza, sonnolenza e cambiamenti di umore^[46]. Sebbene SE sia un buon punto di partenza in termini di miglioramento del sonno, gli atleti devono anche concentrarsi sulla qualità del sonno^[47]. La qualità del sonno può essere difficile da valutare, specialmente negli atleti^[47]. Tuttavia, è stato raccomandato di utilizzare l'efficienza del sonno per monitorare la qualità del sonno utilizzando l'actigrafia negli atleti^[48]. Precedenti ricerche hanno evidenziato che la qualità del sonno degli atleti misurata da SE (%) era inferiore (3-4%) durante la notte prima della competizione^[43]. Sono state osservate differenze anche nelle caratteristiche del sonno negli atleti che praticano sport di squadra rispetto agli atleti che praticano sport individuale, quest'ultimi avevano una minore efficienza del sonno rispetto agli atleti dello sport di squadra^[49]. Nel presente studio, SE (%) è aumentato significativamente dal basale ($86,2 \pm 5,31$) alla settimana 2 ($91,5 \pm 3,8$), alla settimana 3 ($93,4 \pm 2,7$), alla settimana 4 ($93 \pm 2,54$) e alla settimana 5 ($93,3 \pm 2,43$) che riflette l'aumento del TST e/o la riduzione di WASO e SOL. SE <85% è considerato scarso^[50]; nel presente studio, i punteggi SE (%) al basale erano sopra la soglia e, per una minoranza di atleti (n = 4), erano al di sotto della soglia dell'85%, indicando sintomi di insonnia^[51]. Il miglioramento della SE (%) osservato durante tutto l'intervento ha comportato una minore sintomatologia dell'insonnia nel campione, ma potrebbe anche influire sulle prestazioni. Il sonno insufficiente è stato associato negativamente alle prestazioni fisiche (velocità e potenza anaerobica), alla funzione neurocognitiva (attenzione e memoria) e alla salute fisica (rischio di malattia e lesioni)^[46,51,52,53]. I punteggi del presente studio sono simili alla ricerca precedente che ha dimostrato che l'efficienza del sonno degli atleti di alto livello era $88,47\% \pm 5,45\%$ ^[29], $80,6\% \pm 6,4\%$ ^[34], $86,3\% \pm 6,1\%$ ^[49] e $79\% \pm 9,2\%$ ^[54]. Una recente revisione sistematica ha riportato l'efficienza media del sonno per gli atleti pari a $86\% \pm 5\%$; range 79-96%^[10]. La fatica auto-valutata non differiva significativamente dal basale all'intervento. Tuttavia, c'è stata una significativa riduzione della fatica mattutina dal basale alla settimana 5, che ha coinciso con i miglioramenti riportati nei diari del sonno. Il miglioramento dell'affaticamento mattutino è vantaggioso poiché i problemi di sonno negli atleti sono stati notati in precedenza. Una recente revisione sistematica ha dimostrato la prevalenza della sintomatologia dell'insonnia (vale a dire, aumento del SOL, maggiore frammentazione del sonno, sonno non ristoratore ed eccessiva stanchezza diurna)^[10]. Sebbene non sia stata osservata alcuna differenza significativa, i punteggi della qualità del sonno sono migliorati durante l'intervento rispetto al basale. Questi miglioramenti nella durata e nella qualità del sonno evidenziano il kiwi come un potenziale intervento favorevole agli atleti che potrebbe favorire il miglioramento del sonno e del recupero.

4.1.2. Nel corso dell'intervento: la salute del sonno

L'RU-SATED ha dimostrato un'adeguata consistenza interna (α di Cronbach = 0,64)^[27], molto probabilmente a causa del basso numero di item (6), poiché la dimensione dell'alfa dipende dal numero di item in una scala^[55]. Tuttavia, le correlazioni inter-item medie ($r = 0,29-0,5$) erano moderate (27), ed è stato precedentemente suggerito che le correlazioni tra item dovrebbero rientrare tra 0,15-0,5^[56]. Il RU-SATED è uno strumento valido per la valutazione della salute del sonno negli adulti che è correlato ma distinto da altri fattori che influiscono il sonno^[27]. Per valutare l'impatto del consumo di kiwi sulla qualità del sonno, sulla durata del sonno, sull'affaticamento e sulla salute del sonno per tutta la durata dell'intervento (1 settimana di riferimento e 4 settimane di intervento), i partecipanti hanno completato il RU-SATED. Una cattiva salute del sonno può compromettere la salute fisica; recentemente, è stato dimostrato che gli studenti con una cattiva salute del sonno avevano maggiori probabilità di avere una cattiva salute fisica^[57]. La salute del sonno negli atleti è caratterizzata da una buona qualità del sonno, minime disfunzioni diurne, sonnellini strategici se necessario^[6]. Nel presente studio, i partecipanti hanno riportato punteggi di salute del sonno relativamente buoni al basale. Di conseguenza, non sono state riscontrate differenze significative tra il valore di riferimento e l'intervento per Regolamento, Soddisfazione/Qualità, Tempistiche e Durata. L'ES è aumentato significativamente dal basale ($2,37 \pm 0,66$) all'intervento e si è verificato un miglioramento significativo nella settimana 3 ($2,47 \pm 0,65$), settimana 4 ($2,46 \pm 0,65$) e settimana 5 ($2,46 \pm 0,62$) simile ai punteggi di efficienza del sonno PSQI. La privazione acuta del sonno e i disturbi del sonno (breve durata del sonno o ridotta efficienza del sonno) possono avere un impatto sull'immunità, che è stata attribuita al ridotto rilascio dell'ormone della crescita durante il sonno profondo^[58]. Il ridotto rilascio dell'ormone della crescita potrebbe anche avere un impatto negativo sul recupero dell'atleta dopo l'allenamento o la competizione. I risultati di questo studio suggeriscono che consumare due kiwi un'ora prima di andare a letto è un intervento basato sull'integrazione di cibo che ha il potenziale di favorire il sonno e il recupero negli atleti. Sono necessarie ulteriori ricerche sulle popolazioni di atleti per studiare l'impatto del consumo di kiwi sul sonno e sul recupero.

4.2. Limitazioni

Questo studio è una nuova indagine sull'impatto di un intervento nutrizionale (2 × kiwi 1 ora prima di andare a letto) sul sonno e sul recupero degli atleti di alto livello. Per questa ricerca sono state reclutate due squadre di atleti d'élite. Tuttavia, la dimensione del campione era piccola ($n = 15$; $n = 9$ vela e $n = 6$ atletica), ma va detto che il campione rappresentava tutti i membri di entrambe le squadre. Va detto che il reclutamento per un intero studio di atleti di alto livello risulta sicuramente difficile^[59]. I punteggi RU-SATED sulla salute del sonno sono aumentati dal basale alle settimane 2, 3, 4 e 5, indicando un miglioramento della salute del sonno durante l'intervento. Tuttavia, le differenze non erano significative, probabilmente a causa della piccola dimensione del campione. Un'altra limitazione del presente studio è la dipendenza dalle misure di autovalutazione per il sonno e il recupero. Come notato in precedenza, le misure di autovalutazione (ad esempio questionari e diari) sono soggette a errori di misurazione e bias di ricordo^[28] e gli atleti potrebbero sovrastimare la durata del sonno^[60,61]. Tuttavia, le misure di autovalutazione sono accettate in contesti atletici, in quanto rappresentano un approccio relativamente semplice ed economico al

monitoraggio degli atleti, offrendo una panoramica più rappresentativa della popolazione target ^[62]. La ricerca futura sul potenziale ruolo dell'integrazione di kiwi nel facilitare il sonno e il recupero degli atleti dovrebbe incorporare misure sia soggettive che oggettive del sonno. L'assenza di misure oggettive del sonno (ad es. PSG, actigrafia) deve essere riconosciuta come una limitazione, ma sfortunatamente tali misure non erano fattibili poiché la ricerca è stata condotta durante il lockdown a causa della pandemia globale di COVID-19. L'intero studio è stato condotto durante il lockdown e la pandemia ha gravemente ridotto la ricerca poiché i paesi sono stati costretti a entrare in lockdown a causa della diffusione del virus ^[63]. Analogamente allo studio attuale, la maggior parte della ricerca durante la pandemia ha dovuto essere modificata per facilitare la raccolta dei dati e ridurre i rischi per i partecipanti di contrarre il COVID-19 ^[63]. Quando sarà possibile, questo studio dovrebbe essere replicato utilizzando una coorte più ampia di atleti d'élite incorporando una combinazione di misure soggettive e oggettive del sonno e del recupero in uno studio di controllo randomizzato.

4.3. Applicazioni pratiche

I potenziali ruoli di alimenti e/o nutrienti specifici nel promuovere la quantità o la qualità del sonno e il recupero negli atleti rappresentano un'area di interesse emergente nella ricerca sulla nutrizione sportiva. I potenziali interventi nutrizionali che potrebbero avere un impatto positivo sul sonno degli atleti e causare conseguenti miglioramenti nel recupero meritano un'indagine. Il potenziale della nutrizione nell'influenzare il sonno è legato a vari neurotrasmettitori associati al ciclo sonno-veglia (ad esempio, melatonina e serotonina nei kiwi). Sebbene la ricerca in questo campo sia agli inizi, lo studio attuale aggiunge al limitato numero di prove che il consumo di kiwi può avere un impatto positivo sul sonno. La manipolazione dei tempi e della dose di kiwi può avere applicazioni in termini di sonno e recupero (ad esempio, consumo di antiossidanti in relazione all'allenamento) negli atleti che meritano ulteriori indagini. I risultati presentati suggeriscono un potenziale ruolo del consumo di kiwi nella promozione del sonno e nei protocolli di recupero per gli atleti di alto livello. Consumare 2 kiwi 1 ora prima di andare a letto è un intervento pratico basato sul cibo che può essere facilmente implementato in contesti reali. Il kiwi è disponibile sotto forma di alimento intero, ma viene anche consumato in varie forme trasformate, ad esempio bevande, dolci, prodotti liofilizzati, prodotti disidratati e succhi ^[64]. Sono necessarie ulteriori ricerche per sviluppare protocolli e/o prodotti progettati specificamente per promuovere il sonno e/o il recupero negli atleti di alto livello.

5. CONCLUSIONI

Il consumo di due kiwi un'ora prima di andare a letto per quattro settimane ha il potenziale di avere un impatto positivo sul sonno e sul recupero negli atleti. I risultati del presente studio hanno dimostrato un impatto positivo del consumo di kiwi sugli aspetti chiave del sonno e del recupero negli atleti di alto livello. In sintesi, dal basale al post-intervento, ci sono stati miglioramenti clinicamente significativi nella qualità del sonno (ovvero, miglioramenti dei punteggi globali PSQI e dei punteggi dei componenti della qualità del sonno) e miglioramenti nell'equilibrio dello stress di recupero (ovvero, riduzione dello stress generale e delle scale di stress sportivo). Durante l'intervento, il consumo di due kiwi un'ora prima di coricarsi ha migliorato il sonno, come evidenziato da aumenti significativi di TST e SE% e riduzioni significative del numero di risvegli e WASO.

Bibliografia

1. Walsh, N.P.; Halson, S.L.; Sargent, C.; Roach, G.D.; Nédélec, M.; Gupta, L.; Leeder, J.; Fullagar, H.H.; Coutts, A.J.; Edwards, B.J.; et al. Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *Br. J. Sports Med.* 2021, 55, 358–368. [CrossRef] [PubMed]
2. Halson, S.L. Sleep Monitoring in Athletes: Motivation, methods, miscalculations and why it matters. *Sports Med.* 2019, 49, 1487–1497. [CrossRef] [PubMed]
3. Sargent, C.; Lastella, M.; Halson, S.L.; Roach, G.D. The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiol. Int.* 2014, 31, 1160–1168. [CrossRef] [PubMed]
4. Juliff, L.E.; Halson, S.L.; Peiffer, J.J. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *J. Sci. Med. Sport* 2015, 18, 13–18. [CrossRef]
5. Erlacher, D.; Ehrlenspiel, F.; Adegbesan, O.A.; El-Din, H.G. Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *J. Sports Sci.* 2011, 29, 859–866. [CrossRef] [PubMed]
6. Biggins, M.; Purtill, H.; Fowler, P.; Bender, A.; Sullivan, K.O.; Samuels, C.; Cahalan, R. Sleep, health, and well-being in elite athletes from different sports, before, during, and after international competition. *Physician Sports Med.* 2021, 49, 437. [CrossRef]
7. Fowler, P.M.; Duffield, R.; Morrow, I.; Roach, G.; Vaile, J. Effects of sleep hygiene and artificial bright light interventions on recovery from simulated international air travel. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2015, 115, 541–553. [CrossRef]
8. Buysse, D.J. Sleep health: Can we define it? Does it matter? *Sleep* 2014, 37, 9–17. [CrossRef]
9. Hale, L.; Troxel, W.; Buysse, D.J. Sleep Health: An Opportunity for Public Health to Address Health Equity. *Annu. Rev. Public Health* 2020, 41, 81–89. [CrossRef]
10. Gupta, L.; Morgan, K.; Gilchrist, S. Does elite sport degrade sleep quality? A systematic review. *Sports Med.* 2017, 47, 1317–1333. [CrossRef]
11. Lewis, N.A.; Collins, D.; Pedlar, C.R.; Rogers, J.P. Can clinicians and scientists explain and prevent unexplained underperformance syndrome in elite athletes: An interdisciplinary perspective and 2016 update. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2015, 1, e000063. [CrossRef]
12. Meeusen, R.; Duclos, M.; Foster, C.; Fry, A.; Gleeson, M.; Nieman, D.; Raglin, J.; Rietjens, G.; Steinacker, J.; Urhausen, A. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2013, 45, 186–205. [CrossRef] [PubMed] *Nutrients* 2023, 15, 2274 18 of 19
13. Boeing, H.; Bechthold, A.; Bub, A.; Ellinger, S.; Haller, D.; Kroke, A.; Leschik-Bonnet, E.; Müller, M.J.; Oberritter, H.; Schulze, M.; et al. Critical review: Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur. J. Nutr.* 2012, 51, 637–663. [CrossRef] [PubMed]
14. Ordóñez, F.M.; Oliver, A.J.S.; Bastos, P.C.; Guillén, L.S.; Domínguez, R. Sleep improvement in athletes: Use of nutritional supplements. *Am. J. Sports Med.* 2017, 34, 93–99.
15. Close, G.L.; Hamilton, D.L.; Philip, A.; Burke, L.M.; Morton, J.P. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radic. Biol. Med.* 2016, 98, 144–158. [CrossRef]
16. Morin, C.M.; Benca, R. Chronic insomnia. *Lancet* 2012, 379, 1129–1141. [CrossRef]
17. Lin, H.H.; Tsai, P.S.; Fang, S.C.; Liu, J.F. Effect of Kiwifruit consumption on sleep quality in adults with sleep problems. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2011, 20, 169–174. [PubMed]
18. Collins, A.R.; Harrington, V.; Drew, J.; Melvin, R. Nutritional modulation of DNA repair in a human intervention study. *Carcinogenesis* 2003, 24, 511–515. [CrossRef]
19. Nødtvedt, Ø.O.; Hansen, A.L.; Bjorvatn, B.; Pallesen, S. The effects of kiwi fruit consumption in students with chronic insomnia symptoms: A randomized controlled trial. *Sleep Biol. Rhythm.* 2017, 15, 159–166. [CrossRef]
20. Sedgwick, P. What is an open label trial? *Br. Med. J.* 2014, 23, 348. [CrossRef]
21. Swann, C.; Moran, A.; Piggott, D. Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychol. Sport Exerc.* 2015, 16, 3–14. [CrossRef]
22. Kellmann, M.; Kallus, K.W. Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: User Manual; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2001.
23. Buysse, D.J.; Reynolds, C.F.; Monk, T.H.; Berman, S.R.; Kupfer, D.J. The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989, 28, 193–213. [CrossRef] [PubMed]
24. Hinze, A.; Glaesmer, H.; Brähler, E.; Löffler, M.; Engel, C.; Enzenbach, C.; Hegerl, U.; Sander, C. Sleep quality in the general population: Psychometric properties of the Pittsburgh Sleep Quality Index, derived from a

- German community sample of 9284 people. *Sleep Med.* 2017, 30, 57–63. [CrossRef] [PubMed]
25. Venter, R.E. Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur. J. Sport Sci.* 2014, 14, 69–76. [CrossRef]
26. Maich, K.H.; Lachowski, A.M.; Carney, C.E. Psychometric Properties of the Consensus Sleep Diary in Those with Insomnia Disorder. *Behav. Sleep Med.* 2018, 16, 117–134. [CrossRef]
27. Ravyts, S.G.; Dzierzewski, J.M.; Perez, E.; Donovan, E.K.; Dautovich, N.D. Sleep health as measured by RU SATED: A psychometric evaluation. *Behav. Sleep Med.* 2021, 19, 48–56. [CrossRef]
28. Thomas, J.R.; Silverman, S.; Nelson, J. *Research Methods in Physical Activity*, 7th ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2015.
29. Knufinke, M.; Nieuwenhuys, A.; Geurts, S.A.; Coenen, A.M.; Kompier, M.A. Self-reported sleep quantity, quality and sleep hygiene in elite athletes. *J. Sleep Res.* 2018, 27, 78–85. [CrossRef]
30. Swinbourne, R.; Gill, N.; Vaile, J.; Smart, D. Prevalence of poor sleep quality, sleepiness and obstructive sleep apnoea risk factors in athletes. *Eur. J. Sport Sci.* 2016, 16, 850–858. [CrossRef]
31. Samuels, C. Sleep, recovery, and performance: The new frontier in high-performance athletics. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2008, 20, 149–159. [CrossRef] [PubMed]
32. Dunican, I.C.; Walsh, J.; Higgins, C.C.; Jones, M.J.; Maddison, K.; Caldwell, J.A.; David, H.; Eastwood, P.R. Prevalence of sleep disorders and sleep problems in an elite super Rugby union team. *J. Sports Sci.* 2019, 37, 950–957. [CrossRef] [PubMed]
33. Bender, A.M.; Van Dongen, H.; Samuels, C.H. Sleep Quality and Chronotype Differences between Elite Athletes and Non-Athlete Controls. *Clocks Sleep* 2019, 1, 3–12. [CrossRef] [PubMed]
34. Leeder, J.; Glaister, M.; Pizzoferro, K.; Dawson, J.; Pedlar, C. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *J. Sports Sci.* 2012, 30, 541–545. [CrossRef] [PubMed]
35. Jarraya, S.; Jarraya, M.; Chtourou, H.; Souissi, N. Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biol. Rhythm Res.* 2014, 45, 183–191. [CrossRef]
36. Reyner, L.A.; Horne, J.A. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiol. Behav.* 2013, 120, 93–96. [CrossRef]
37. Edwards, B.J.; Waterhouse, J. Effects of one night of partial sleep deprivation upon diurnal rhythms of accuracy and consistency in throwing darts. *Chronobiol. Int.* 2009, 26, 756–768. [CrossRef]
38. Penttilä, E.; Vuorinen, V.P.; Kivimäki, M.; Ahlberg, J.; Airaksinen, O.; Tuomilehto, H. Comparison of sleep between youth elite amateur athletes and professional athletes. *Sport Sci. Health* 2022, 18, 107–113. [CrossRef]
39. Rexroat, R. *NCAA National Study of Substance Use Habits of College Student-Athletes*; National Collegiate Athletic Association (NCAA): Indianapolis, IN, USA, 2014; pp. 1–101.
40. Grobbelaar, H.W.; Malan, D.D.; Steyn, B.J.; Ellis, S.M. Factors affecting the recovery-stress, burnout and mood state scores of elite student Rugby players. *S. Afr. J. Res. Sport Phys. Educ. Recreat.* 2010, 32, 41–54. [CrossRef]
41. Laux, P.; Krumm, B.; Diers, M.; Flor, H. Recovery-stress balance and injury risk in professional football players: A prospective study. *J. Sports Sci.* 2015, 33, 2140–2148. [CrossRef]
42. Mougín, F.; Bourdin, H.; Simon-Rigaud, M.L.; Didier, J.M.; Toubin, G.; Kantelip, J.P. Effects of a selective sleep deprivation on subsequent anaerobic performance. *Int. J. Sports Med.* 1996, 17, 115–119. [CrossRef]
43. Roberts, S.S.; Teo, W.P.; Warmington, S.A. Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* 2019, 53, 513–522. [CrossRef] *Nutrients* 2023, 15, 2274 19 of 19
44. Martin, B.J. Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1981, 47, 345–354. [CrossRef]
45. Sargent, C.; Lastella, M.; Halson, S.L.; Roach, G.D. How Much Sleep Does an Elite Athlete Need? *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2021, 16, 1746–1757. [CrossRef] [PubMed]
46. Chennaoui, M.; Léger, D.; Gomez-Merino, D. Sleep and the GH/IGF-1 axis: Consequences and countermeasures of sleep loss/disorders. *Sleep Med. Rev.* 2020, 49, 101–112. [CrossRef]
47. Simim, M.A.M.; Souza, H.S.; Cardoso Filho, C.A.; Gianoni, R.L.D.S.; Bezerra, R.R.; Affonso, H.O.; Amadio, A.C.; D’Almeida, V.; Serrão, J.C.; Claudino, J.G. Sleep quality monitoring in individual sports athletes: Parameters and definitions by systematic review. *Sleep Sci.* 2020, 13, 267–285. [PubMed]
48. Claudino, J.G.; Gabbett, T.J.; de Sá Souza, H.; Simim,

- M.; Fowler, P.; de Alcantara Borba, D.; Melo, M.; Bottino, A.; Loturco, I.; D'Almeida, V.; et al. Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2019, 5, e000475. [CrossRef]
49. Lastella, M.; Roach, G.D.; Halson, S.L.; Martin, D.T.; West, N.P.; Sargent, C. Sleep/wake behaviour of endurance cyclists before and during competition. *J. Sports Sci.* 2015, 33, 293–299. [CrossRef]
50. Ohayon, M.; Wickwire, E.M.; Hirshkowitz, M.; Albert, S.M.; Avidan, A.; Daly, F.J.; Dauvilliers, Y.; Ferri, R.; Fung, C.; Gozal, D.; et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: First report. *Sleep Health* 2017, 3, 6–19. [CrossRef] [PubMed]
51. Sánchez-Ortuño, M.M.; Edinger, J.D.; Means, M.K.; Almirall, D. Home is where sleep is: An ecological approach to test the validity of actigraphy for the assessment of insomnia. *J. Clin. Sleep Med.* 2010, 6, 21–29. [CrossRef] [PubMed]
52. Simpson, N.S.; Gibbs, E.L.; Matheson, G.O. Optimizing sleep to maximize performance: Implications and recommendations for elite athletes. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2017, 27, 266–274. [CrossRef]
53. Fullagar, H.H.; Skorski, S.; Duffield, R.; Hammes, D.; Coutts, A.J.; Meyer, T. Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med.* 2015, 45, 161–186. [CrossRef]
54. Shearer, D.A.; Jones, R.M.; Kilduff, L.P.; Cook, C.J. Effects of competition on the sleep patterns of elite Rugby union players. *Eur. J. Sport Sci.* 2015, 15, 681–686. [CrossRef] [PubMed]
55. Streiner, D.L. Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *J. Personal. Assess.* 2003, 80, 99–103. [CrossRef] [PubMed]
56. Clark, L.A.; Watson, D. Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychol. Assess.* 1995, 7, 309–319. [CrossRef]
57. Benham, G. The Sleep Health Index: Correlations with standardized stress and sleep measures in a predominantly Hispanic college student population. *Sleep Health* 2019, 5, 587–591. [CrossRef] [PubMed]
58. Irwin, M.R. Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annu. Rev. Psychol.* 2015, 66, 143–172. [CrossRef]
59. Haugen, T. Key success factors for merging sport science and best practice. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2020, 15, 297. [CrossRef]
60. Caia, J.; Thornton, H.R.; Kelly, V.G.; Scott, T.J.; Halson, S.L.; Cupples, B.; Driller, M.W. Does self-perceived sleep reflect sleep estimated via activity monitors in professional Rugby league athletes? *J. Sports Sci.* 2018, 36, 1492–1496. [CrossRef]
61. Dunican, I.C.; Martin, D.T.; Halson, S.L.; Reale, R.J.; Dawson, B.T.; Caldwell, J.A.; Jones, M.J.; Eastwood, P.R. The effects of the removal of electronic devices for 48 hours on sleep in elite judo athletes. *J. Strength Cond. Res.* 2017, 31, 2832–2839. [CrossRef]
62. Halson, S.L. Monitoring fatigue and recovery. *Sports Med.* 2014, 44, 139–147. [CrossRef]
63. Weiner, D.L.; Balasubramaniam, V.; Shah, S.I.; Javier, J.R. COVID-19 impact on research, lessons learned from COVID-19 research, implications for pediatric research. *Pediatr. Res.* 2020, 88, 148–150. [CrossRef]
64. Zehra, A.; Naik, H.R.; Nayik, G.A.; Kour, J.; Bobis, O.; Wani, S.A.; Gull, A.; Pandita, D.; Ganaie, T.A.; Nanda, V.K. *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits*; Nayik, G.A., Gull, A., Eds.; Springer: Singapore, 2020; pp. 547–561.