



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecniche Psicologiche

Tesi di Laurea

**Qualità del sonno e respirazione diaframmatica negli atleti:
influenza sulla prestazione sportiva con analisi delle possibili
correlazioni e dei potenziali interventi**

Relatrice

Prof.ssa LEO IRENE

Laureando

TREVISAN DANIELE

matricola 2052247

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

Non chi comincia
ma quel che
persevera

Sommario

Introduzione.....	1
Capitolo 1 - Il sonno negli atleti	5
1.1 Basi teoriche e fattori di influenza	5
1.2 Interazione tra sonno e prestazioni atletiche	11
1.3 Interventi per il miglioramento della quantità e qualità del sonno	13
Capitolo 2 - La respirazione negli atleti	18
2.1 Effetti della respirazione sulla prestazione sportiva	18
2.2 Pratica di esercizi di respirazione diaframmatica	23
Capitolo 3 - Possibili correlazioni fra respirazione diaframmatica e qualità del sonno ..	26
Conclusioni.....	29
Bibliografia.....	33

Introduzione

Nell'ambito dello sport agonistico, le prestazioni di alto livello sono il risultato di un intreccio di fattori fisiologici, psicologici e ambientali.

Secondo la teoria dei sistemi complessi, l'organismo umano stesso può essere visto come un sovra sistema, costituito da sottosistemi interrelati in costante interazione all'interno dell'ambiente. Questa complessa rete di interazioni (connettività) è in azione, utilizzando informazioni tra sottosistemi e circuiti di feedback per l'autoregolamentazione (plasticità), e reagisce quando turbato da qualsiasi tipo di lesione (irritabilità), sia fisica che fisica psicologica.

I principali sottosistemi interconnessi sono quello nervoso/mentale, quello immunologico e quelli endocrinologici, che insieme costituiscono il sistema relativo alla psiconeuroendocrinoimmunologia (PNEI).

La teoria dei sistemi dinamici è una prospettiva che si concentra sulla comprensione dei processi complessi e dinamici che caratterizzano il comportamento umano, le esperienze e le interazioni tra vari sistemi biologici e psicologici. Questa prospettiva riconosce che il funzionamento umano è il risultato di un intricato intreccio di fattori che si influenzano reciprocamente e cambiano nel tempo.

Quando applicata alla PNEI, questa teoria offre un quadro concettuale per esplorare le complesse interazioni tra il sistema nervoso, il sistema endocrino e il sistema immunitario in relazione ai processi psicologici e alla salute.

Candace Pert è stata una delle figure di spicco nel collegamento tra la teoria dei sistemi dinamici e la PNEI. Nel suo libro "Molecules of Emotion", ha sottolineato come le emozioni siano legate a cambiamenti chimici nel corpo, e come queste sostanze chimiche possano influenzare la comunicazione tra il cervello, il sistema endocrino e il sistema immunitario. Ha introdotto il concetto di "psicoeptidi" per descrivere i messaggeri chimici che veicolano le emozioni e i processi biologici correlati.

Robert Ader ha condotto ricerche pionieristiche sulla connessione tra lo stress, il comportamento e il sistema immunitario. Il suo lavoro ha dimostrato che lo stress può influenzare negativamente la risposta immunitaria, aprendo la strada a una comprensione più approfondita di come gli stati mentali ed emotivi possano avere un impatto sulla salute fisica.

George Solomon ha introdotto il termine "psiconeuroimmunologia" e ha sottolineato il ruolo dei processi psicologici nel modulare la risposta immunitaria. Ha contribuito a sviluppare un modello teorico che considera le interazioni dinamiche tra il cervello, il sistema nervoso, il sistema endocrino e il sistema immunitario, ed ha evidenziato come i cambiamenti nello stato emotivo possano influenzare direttamente la salute e la malattia. Inoltre, altri ricercatori hanno continuato a esplorare e approfondire le connessioni tra la teoria dei sistemi dinamici e la PNEI. Questa ricerca ha portato a una comprensione più ricca delle relazioni tra i sistemi biologici e psicologici, riconoscendo che la salute e la malattia non possono essere comprese in termini di singoli fattori isolati, ma piuttosto come risultato di interazioni complesse e dinamiche tra vari componenti del sistema umano. C'è una comunicazione reciproca continua (inconscio, preconscious e conscio) e ciò avviene a tutti i livelli: molecolare, cellulare e psicofisiologico/funzionale. Questo è in realtà un prerequisito per tutte le azioni e le risposte di un organismo.

In collegamento diretto con il sistema PNEI, però, sono tutti gli altri sottosistemi di un corpo vivente, come quello cardiovascolare, dermatologico, muscolare, tessuto viscerale e connettivo. Tutti questi sottosistemi si relazionano e comunicano uno con l'altro e con l'ambiente, seguendo tutto l'intricato archivio di "ricordi", interazioni e percorsi di attivazione psicofisiologici disponibili (Sivik & Bruscoli, 2013).

La PNEI è appunto lo studio delle interazioni tra processi comportamentali, neurali, endocrini e immunitari. Il cervello comunica con il sistema immunitario attraverso l'attività neuroendocrina e il sistema nervoso autonomo. Entrambi i percorsi generano segnali che vengono percepiti dal sistema immunitario tramite recettori sulla superficie dei linfociti e di altre cellule immunitarie. Viceversa, un sistema immunitario attivato, genera segnali chimici (citochine) che vengono percepiti dal sistema nervoso.

Pertanto, percorsi bidirezionali collegano il cervello e il sistema immunitario e forniscono le basi per le influenze comportamentali sulle funzioni immunitarie (Ader, 2001).

La PNEI rappresenta un campo di studio affascinante, poiché mette in luce le intricate connessioni tra la mente e il corpo, rivelando come il nostro stato psicologico possa avere un impatto significativo sulla nostra salute fisica.

Nella PNEI, il sonno e la respirazione emergono come elementi cruciali nella comprensione di come il nostro benessere complessivo sia influenzato dai processi fisiologici, neurologici ed emotivi.

Per comprendere appieno questa relazione, è fondamentale esaminare come il sonno e la respirazione interagiscano con il sistema endocrino e immunitario. Durante il sonno, il nostro corpo è impegnato in una serie di processi di riparazione e rigenerazione, tra cui la produzione e il rilascio di ormoni chiave come il testosterone, l'ormone della crescita e la melatonina. Questi ormoni svolgono un ruolo essenziale nel mantenere la nostra salute generale.

La melatonina, ad esempio, è fondamentale per il nostro ritmo sonno-veglia. La sua produzione è influenzata dalla luce e dall'oscurità e regola il nostro ciclo circadiano.

Una cattiva qualità del sonno può disturbare questo ritmo, causando problemi di sonno e persino influenzando negativamente la produzione di altri ormoni cruciali, come il cortisolo e l'insulina. Il cortisolo, noto anche come l'ormone dello stress, può aumentare quando il sonno è disturbato, creando uno stato di allerta costante nel nostro corpo che può portare a vari problemi di salute a lungo termine.

La PNEI mette anche in evidenza come il sonno e la respirazione influiscano sulla salute del sistema immunitario. Il sonno è un periodo in cui il sistema immunitario è particolarmente attivo nella rimozione di agenti patogeni e nella riparazione dei tessuti danneggiati. Una mancanza di sonno di qualità può indebolire la risposta immunitaria, rendendo il corpo più vulnerabile alle infezioni e alle malattie.

La relazione tra sonno e respirazione è altrettanto cruciale. La respirazione durante il sonno è spesso sottovalutata, ma può avere un impatto significativo sulla qualità del riposo notturno. Problemi come l'apnea ostruttiva del sonno, comportano pause nella respirazione durante la notte, che possono portare a risvegli frequenti e una ridotta qualità del sonno. La PNEI ha dimostrato che una respirazione profonda e regolare può favorire il rilassamento e migliorare la qualità del sonno, mentre la respirazione superficiale o disturbata, può attivare il sistema di allarme del corpo, contribuendo allo stress e alle interruzioni del sonno.

In sintesi, la PNEI ci offre una prospettiva olistica sulla salute, evidenziando l'importanza del sonno e della respirazione nel mantenere il nostro benessere fisico e mentale. L'adozione di abitudini di sonno più sane, la gestione dello stress e il miglioramento della respirazione possono contribuire in modo significativo al nostro stato di salute generale.

La PNEI ci incoraggia a considerare il nostro corpo come un sistema integrato in cui mente, corpo e ambiente sono strettamente connessi, aprendo la strada a nuove modalità di approccio alla prevenzione e alla gestione delle malattie.

Lo sport, specie quello di alto livello, richiede il massimo dall'organismo degli atleti per cui un riposo notturno di qualità è cruciale per il recupero muscolare, la rigenerazione cellulare e il recupero mentale, tutti elementi che contribuiscono all'ottimizzazione delle prestazioni sportive.

Parallelamente anche il processo di respirazione è essenziale sia per garantire l'apporto di ossigeno ai muscoli, sia per supportare l'energia necessaria durante l'attività fisica, facilitando il controllo della frequenza cardiaca.

La respirazione è un processo che diamo per scontato ma che ha un enorme potenziale per la qualità della vita e della prestazione sportiva. L'esercizio e il controllo della respirazione, nella fattispecie quella diaframmatica, diventa uno strumento molto utile per gli atleti nella gestione dello stress, degli stati di attivazione e di quelli di rilassamento.

In questa tesi s'intende partire, analizzando nel primo capitolo, le basi teoriche del sonno e l'architettura più efficace per gli atleti. Successivamente valutare l'influenza del sonno sulla prestazione sportiva. In chiusura del primo capitolo verranno analizzate le metodologie che gli atleti possono mettere in pratica al fine di migliorare la qualità del proprio sonno e migliorare in questo modo le loro prestazioni sportive.

Nel secondo capitolo verrà affrontata la tematica della respirazione diaframmatica e di come questa possa influenzare in modo diretto e indiretto la prestazione sportiva degli atleti. Anche in questo caso, come fatto per la tematica del sonno, verranno espone delle metodologie di esercizio della respirazione che gli atleti possono integrare nel loro programma giornaliero di allenamento, con il fine di migliorare sia l'efficacia che la consapevolezza della propria respirazione diaframmatica.

Nel terzo capitolo verrà esplorata la potenziale correlazione fra l'esercizio della respirazione diaframmatica e la qualità del sonno negli atleti. In modo da valutare quanto possa essere funzionale l'impiego della respirazione diaframmatica al fine di influenzare, se praticata prima di andare a letto, la qualità del sonno susseguente.

L'intera trattazione si basa sugli studi che sono stati identificati all'interno dei database APA PsycInfo, PubMed e similari.

Capitolo 1 - Il sonno negli atleti

1.1 Basi teoriche e fattori di influenza

Il sonno è un processo biologico essenziale per la salute e il benessere di tutti gli individui, indipendentemente dall'età, dal sesso o dall'attività fisica svolta. Negli atleti, il sonno svolge un ruolo fondamentale nel recupero fisico e mentale, nella regolazione dell'umore e nella prestazione sportiva.

Il sonno è un costrutto multidimensionale che può essere misurato con strumenti sia oggettivi che soggettivi; pertanto, i metodi di valutazione del sonno possono essere cruciali quando si tenta di trarre conclusioni sicure sul suo impatto sulle prestazioni atletiche. (Caia et al., 2018).

Secondo l'American Academy of Sleep Medicine (AASM) (Berry et al., 2015), esistono 4 fasi distinte del sonno: tre sono non REM (N1, N2 e N3) e l'ultima è la fase del sonno REM.

Le fasi del sonno si evolvono come segue:

1. Fase 1: è la fase di transizione tra la veglia e il sonno. In questa fase, la frequenza cardiaca e quella respiratoria diminuiscono e la muscolatura inizia a rilassarsi;
2. Fase 2: quella del sonno leggero, composto dagli stadi N1 e N2 (non REM), è caratterizzata dalla presenza di complessi di onde cerebrali chiamati complessi K e onde spindles. La frequenza cardiaca e la temperatura corporea continuano a diminuire, mentre il corpo si prepara per le fasi più profonde del sonno e il corpo inizia a recuperare le energie;
3. Fase 3: quella del sonno profondo o sonno a onde lente, composto dallo stadio N3 (non REM). In questa fase le onde cerebrali rallentano notevolmente, e il corpo raggiunge uno stato di ristoro fisico ottimale. È durante il sonno profondo che si verificano processi di ristrutturazione cellulare e riparazione dei tessuti. In questa fase c'è inoltre l'apprendimento e il consolidamento della memoria motoria (Nedelec et al., 2018);
4. Fase 4: quella del sonno REM (rapid eye movement), è la fase del sonno caratterizzata da movimenti oculari rapidi, attività cerebrale intensa e sogni. Durante il sonno REM, la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna possono aumentare, e i muscoli principali diventano temporaneamente paralizzati, probabilmente per evitare che i movimenti fisici interferiscano con i sogni. Anche

in questa fase c'è l'apprendimento e il consolidamento della memoria motoria (Nedelec et al., 2018). Vi è inoltre un'influenza reciproca fra il sonno REM e il sistema vestibolare che controlla l'equilibrio e la posizione del corpo durante le attività sportive (Gonfalone, 2016).

Questi diversi stati di attività cerebrale compongono l'architettura del sonno. (Vlahoyiannis et al., 2021).

Un'altra misura fondamentale per la valutazione della qualità del sonno è la sua durata, che viene spesso definita tempo di sonno totale (TST), mentre la percentuale della durata del TST rispetto al tempo totale passato a letto, viene definita efficienza del sonno (SE) (Vlahoyiannis et al., 2021).

Il sonno è un processo attivo, in cui il cervello svolge una serie di funzioni importanti, tra cui:

- **Recupero fisico:** il sonno permette al corpo di riparare i tessuti danneggiati e di ripristinare le energie;
- **Recupero mentale:** il sonno permette al cervello di elaborare le informazioni apprese durante il giorno e di consolidare la memoria;
- **Regolazione dell'umore:** il sonno aiuta a mantenere un buon umore e a ridurre lo stress;
- **Regolazione dell'appetito:** il sonno aiuta a regolare la produzione di ormoni che controllano l'appetito;
- **Immunità:** il sonno aiuta a rafforzare il sistema immunitario.

Un sonno di qualità è essenziale per la performance sportiva, per il recupero fisico dopo l'allenamento o la gara; durante il sonno, i muscoli si riparano e si ricostruiscono e il corpo produce ormoni che aiutano a ridurre l'infiammazione e il dolore.

Gli atleti che dormono poco o male sono più soggetti a lesioni, infortuni e prestazioni inferiori, oltre che essere più soggetti a stanchezza, affaticamento ed errori.

Diventa quindi molto importante comprendere, nella popolazione degli atleti, come può variare il sonno, ovvero avere dei dati sulla quantità, qualità e architettura del sonno degli atleti misurata oggettivamente in base al sesso, all'età, alla competenza atletica, alla stagione di allenamento e al tipo di sport (principalmente sport aerobico, anaerobico o misto e sport individuali rispetto a sport di squadra).

Nello studio “Deconstructing athletes’ sleep: A systematic review of the influence of age, sex, athletic expertise, sport type, and season on sleep characteristics (Vlahoyiannis et al., 2021)” i ricercatori hanno raccolto studi pertinenti pubblicati su riviste fino a settembre 2021. Sono stati inclusi 81 studi, di cui 56 classificati come di media qualità, 5 studi di bassa qualità e 20 studi di alta qualità. Per un totale di 1830 atleti che sono stati monitorati per 18.958 notti. Gli studi sono stati selezionati in base a criteri di inclusione specifici, tra cui il loro focus sulle caratteristiche del sonno degli atleti e l'influenza dei fattori menzionati.

In base al fattore considerato, i risultati hanno portato alle seguenti variabilità:

- **Sesso:** sono state riscontrate differenze di genere nel sonno in alcuni studi. Le atlete femminili spesso riportavano durate del sonno più lunghe e una migliore qualità del sonno rispetto ai loro colleghi maschi. Le fluttuazioni ormonali nelle donne e possibili differenze nelle pratiche di igiene del sonno, possono contribuire a queste variazioni.
- **Età:** diversi studi hanno indicato che i modelli di sonno degli atleti variano con l'età. Gli atleti più giovani tendono ad avere durate del sonno più lunghe, mentre gli atleti più anziani possono sperimentare un sonno più frammentato. Ciò suggerisce che i cambiamenti legati all'età nell'architettura del sonno possono influenzare in modo diverso le prestazioni atletiche lungo l'arco della vita.
- **Competenza sportiva:** i modelli di sonno possono essere influenzati dal livello di competenza di un atleta. Gli atleti di élite spesso riportavano un sonno più disturbato e un aumento dei disturbi del sonno rispetto ai loro colleghi meno esperti. Le pressioni e le richieste della competizione ad alto livello possono contribuire a questi risultati.
- **Stagione:** sono state evidenziate variazioni stagionali nel sonno, con gli atleti che sperimentano differenze nella durata e nella qualità del sonno durante le stagioni di allenamento e competizione. L'ansia pre-competizione e le esigenze legate agli spostamenti durante le stagioni competitive possono interrompere i modelli di sonno.
- **Tipo di sport:** anche il tipo di sport in cui un atleta partecipa può influenzare le caratteristiche del sonno. Gli atleti di resistenza tendono a sperimentare durate del sonno più lunghe, mentre gli atleti di sport di contatto possono avere un sonno più

disturbato, presumibilmente a causa delle preoccupazioni legate alle possibili lesioni. Anche gli allenamenti specifici dello sport e i calendari delle competizioni possono influenzare il sonno.

Lo studio riporta anche un'interessante valutazione per quanto attiene il tempo di sonno totale (TST), l'efficienza del sonno (SE) e la durata (assoluta e relativa) delle 4 fasi del sonno.

Relativamente al TST, gli atleti dormono in media $7,2 \text{ ore} \pm 1,1 \text{ ore/notte}$, con un SE dell' $86,3\% \pm 6,8\%$.

Per quanto concerne l'architettura del sonno relativamente alle 4 fasi i valori rilevati (validi per atleti di entrambi i sessi) sono stati i seguenti:

- Fase 1 (N1) $47,9 \pm 31,0$ minuti
- Fase 2 (N2) $240,5 \pm 53,6$ minuti
- Fase 3 (N3) $91,5 \pm 35,8$ minuti
- Fase REM $114,1 \pm 35,4$ minuti

Convertendo questi valori del sonno da minuti a percentuali di TST, si ottiene la seguente distribuzione:

- Fase 1 (N1) 9,7%
- Fase 2 (N2) 48,7%
- Fase 3 (N3) 18,5%
- Fase REM 23,1%

I risultati di questo studio mettono in luce la complessità dei modelli di sonno degli atleti e la natura multifattoriale dei fattori che lo influenzano. Gli atleti, gli allenatori e i professionisti della medicina dello sport, devono tenere conto di questi risultati nella progettazione di strategie di gestione del sonno.

Strategie come l'educazione all'igiene del sonno, la gestione dello stress e gli interventi personalizzati, possono essere necessari per affrontare le esigenze uniche del sonno degli atleti in base all'età, al sesso, alla competenza sportiva, al tipo di sport e alla stagione.

Per cui comprendere queste correlazioni è essenziale per ottimizzare le prestazioni atletiche e il benessere complessivo (Vlahoyiannis et al., 2021).

Studi recenti hanno esaminato la prevalenza dei disturbi del sonno negli atleti, così come l'effetto dell'allenamento o della competizione sul sonno, includendo analisi che misuravano sia oggettivamente, che soggettivamente i dati sul sonno.(Gupta et al., 2017a), (Roberts et al., 2019). Questi studi hanno mostrato che gli atleti possono riscontrare diversi problemi di sonno e diversità nelle caratteristiche del sonno stesso, in relazione all'allenamento (Vitale et al., 2018; Vitale & Weydahl, 2017), alla tipologia di competizione (Vitale, Banfi, Galbiati, et al., 2019), alla tipologia di cronotipo (Vitale & Weydahl, 2017) e alla disciplina sportiva (Vitale, Banfi, Galbiati, et al., 2019; Vitale, Banfi, Sias, et al., 2019).

Ma anche la mancanza di un equilibrio tra carichi di stress psicofisiologici e recupero, può mettere a rischio la progressione verso prestazioni sportive d'élite (Kellmann et al., 2018). Tuttavia, va sottolineato che la maggior parte della ricerca sui carichi di stress e sul recupero negli atleti ha riguardato i carichi di stress fisiologici. Fattori come il carico di allenamento totale, l'allenamento di resistenza e l'allenamento di forza giocano senza dubbio un ruolo nel sonno inadeguato degli atleti, inducendo latenze del sonno più lunghe, più risvegli, sonno non ristoratore e affaticamento diurno (Gupta et al., 2017b). È sorprendente, tuttavia, che, nonostante l'importanza delle esigenze psicologiche che gli atleti devono continuamente affrontare mentre sviluppano le loro prestazioni, vi sia una carenza di ricerche sul ruolo delle variabili psicologiche e su come queste si relazionano con la qualità del sonno.

Per apprezzare il ruolo degli elevati carichi di stress psicofisiologico nel recupero atletico, è necessario comprendere come lo stress psicologico e le reazioni allo stress influenzano il recupero in contesti atletici.

La risposta allo stress si attiva quando un atleta si trova ad affrontare un fattore di stress acuto. Si innesca una cascata di importanti cambiamenti fisiologici e comportamentali, che mobilitano risorse che aiutano l'atleta a superare il fattore di stress (Chrousos, 1992). È importante sottolineare che, quando gli atleti percepiscono di non avere risorse per gestire le situazioni che si trovano ad affrontare, può essere innescata una risposta disadattiva allo stress (Lazarus, 1974) (Reme et al., s.d.). Sebbene attualmente poco studiate, si presume che le valutazioni durante una risposta allo stress disadattiva scatenino reazioni emotive e cognitive allo stress, che possono preservare, estendere ed amplificare la risposta allo stress stesso (Brosschot et al., 2006) (Leger et al., 2018),

contribuendo a uno squilibrio tra carichi di stress psicofisiologici e recupero negli atleti, contribuendo così a una scarsa qualità del sonno.

Le reazioni emotive e cognitive allo stress che si verificano durante una risposta disadattiva allo stress possono assumere molte forme, ma tra quelle che si verificano comunemente ci sono reazioni emotive che coinvolgono affetti negativi (Watson, Clark, & Tellegen, 1988) e reazioni cognitive come la preoccupazione (Borkovec & Ray, s.d.). Si ritiene che la preoccupazione comprenda pensieri ripetitivi e incontrollabili focalizzati su potenziali avversità del futuro, mentre l'effetto negativo è la tendenza a sperimentare un'ampia gamma di stati d'animo negativi, come ansia, paura, ostilità, tristezza, e solitudine (Watson, Clark, & Carey, 1988).

Infatti, le reazioni cognitive ed emotive allo stress sono state precedentemente identificate come i principali fattori che contribuiscono ai disturbi del sonno (Harvey, 2000a) (Baglioni et al., 2010), probabilmente causati da difficoltà nel reprimere l'attività mentale durante il tentativo di dormire (Harvey, 2000b). Pertanto, gli atleti che sperimentano reazioni cognitive ed emotive negative allo stress possono essere a rischio di disturbi del sonno. Alcuni studi hanno dimostrato che molti atleti soffrono di sonno scarso, il che, tra gli altri fattori, può portare a stress negativo (Biggins et al., 2018).

Un altro studio ha dimostrato che il rischio di infortuni era maggiore del 70% negli atleti con un elevato stress percepito e che il rischio di tali infortuni era previsto avendo meno risorse sociali per gestire lo stress (Steffen et al., 2009).

Sulla base di quanto esposto, è chiaro che dovrebbe essere prestata particolare attenzione alle capacità degli atleti di gestire le preoccupazioni e lo stress percepito, conseguenti ai carichi di stress psicofisiologico intrinseci all'attività atletica, al fine di prevenire un sonno scarso (Hrozanova et al., 2019).

1.2 Interazione tra sonno e prestazioni atletiche

La correlazione tra sonno e prestazioni atletiche è ampiamente documentata. Un sonno inadeguato può portare a una ridotta velocità di reazione, diminuzione della concentrazione e aumento del rischio di infortuni. D'altro canto, un sonno di qualità migliora la capacità cognitiva, la vigilanza e la resistenza fisica.

Uno studio dell'università di New York del 2010, ha riportato che la qualità del sonno degli atleti agonisti, è correlata alla percezione della difficoltà del compito fisico il giorno successivo. Mentre i risvegli notturni sono legati alla messa in atto, il giorno successivo, di azioni di evitamento dei gesti tecnici più complicati (Engle-Friedman et al., 2010).

Perciò gli atleti, che dormivano meno, percepivano i compiti più complessi come più impegnativi (Engle-Friedman et al., 2003), mentre gli individui che avevano sperimentato dei risvegli notturni avevano maggiori probabilità di scegliere il meno difficile fra i compiti proposti.

Questo ultimo aspetto è molto rilevante in quanto non si parla ancora di esecuzione dell'atto fisico-tecnico, ma ci si trova nello step che lo precede, ovvero la scelta dell'atto tecnico da eseguire. L'atleta opera una scelta che predilige compiti più semplici e quindi meno allenanti e meno adeguati ad un costante miglioramento tecnico-prestazionale.

Inoltre la continuità del sonno è una componente centrale per un sonno di qualità, in quanto il sonno interrotto, porta alla sensazione di essere meno riposato, presentando una generale sonnolenza il giorno successivo (Magee et al., 1987), una diminuzione della vigilanza soggettiva, un aumento della propensione al sonno diurno e una diminuzione dell'eccitazione fisiologica misurata mediante polisonnografia (Mongrain et al., 2008).

Perciò i cambiamenti percepiti come disturbi del sonno possono interferire con la volontà degli atleti ad esercitare uno sforzo per affrontare nuove sfide e quindi scegliere strategie che richiedono uno sforzo minore o atte ad evitare completamente tutte le situazioni difficili.

I disturbi del sonno sono stati associati anche al declino dei domini delle abilità percettive; l'abilità percettiva, che richiede attenzione prolungata, vigilanza e coordinazione motoria, è spesso influenzata negativamente da un sonno limitato (Stavrou et al., 2021).

La tenacia mentale, definita come la capacità personale di raggiungere livelli di prestazione costantemente elevati nonostante le sfide e i fattori di stress (Gucciardi et al., 2015), è suscettibile di cambiamento e almeno parzialmente simile ad uno stato (Gucciardi et al., 2015).

Sebbene alcuni studi abbiano rivelato che i disturbi del sonno influenzano negativamente diverse risorse relative alla tenacia mentale, come ad esempio la regolazione emotiva (Goldstein & Walker, 2014) e la regolazione dell'attenzione (Killgore, 2010), si ritiene che i disturbi del sonno influenzino negativamente il costrutto più ampio di tenacia mentale nel loro insieme, e l'estensione del sonno (o l'aumento della qualità del sonno) può influenzare positivamente la resistenza mentale stessa, dimostrando una reale correlazione fra sonno e resistenza mentale (Brand et al., 2014) (Brand et al., 2016).

Si è inoltre rilevato che la resistenza mentale è correlata alla quantità di sonno sia negli adolescenti che negli adulti. Gli atleti con una maggiore resistenza mentale presentano un sonno migliore rispetto alle loro controparti mentalmente meno forti, perché la resistenza mentale attenua lo stress, che può influenzare la latenza dell'inizio del sonno e la qualità del sonno stesso (Lemola et al., 2013).

La durata e la qualità del sonno sono un fattore condizionante delle sottodimensioni della resistenza mentale e altresì possono essere considerate anche uno dei fattori conseguenti ad uno stato non efficace di tenacia mentale.

Motivo per cui una deficienza nella durata e qualità del sonno negli atleti, rischia di mettere in moto una spirale disfunzionale in termini di resistenza mentale (Cooper et al., 2020). La privazione del sonno si correla anche al metabolismo muscolare con livelli elevati di concentrazione di acido lattico nel sangue e ridotta capacità di rimuoverlo durante l'esercizio (Vanuxem et al., 1997). Questo porta alla conseguenza che gli atleti si ritrovano a dover affrontare maggiori difficoltà nell'esecuzione dei gesti atleti con conseguente diminuzione del livello della prestazione raggiunta.

Da tutto ciò emerge un'ampia dipendenza fra qualità e quantità del sonno degli atleti e la loro prestazione, sia durante gli allenamenti che nelle fasi di competizione.

1.3 Interventi per il miglioramento della quantità e qualità del sonno

Il sonno è essenziale per la progressione verso l'eccellenza atletica. La programmazione, la quantità e la qualità del sonno, sono state evidenziate come decisive per la capacità degli atleti di allenarsi, migliorare le prestazioni, prevenire infortuni e recuperare (Mah et al., 2011a) (Simpson et al., 2017). In linea con le principali strategie di recupero fisiologico e psicologico, il sonno è fondamentale per il funzionamento ottimale di tutti i principali sistemi del corpo (Zee et al., 2014).

Allo scopo di migliorare la qualità del sonno degli atleti è possibile mettere in atto degli interventi che possono essere raggruppati nelle seguenti macrocategorie:

- ✓ Educazione al sonno;
- ✓ Strategie comportamentali;
- ✓ Strategie cognitive;
- ✓ Strategie farmacologiche.

Educazione al sonno

L'acquisizione della conoscenza è essenziale per il processo di cambiamento comportamentale correlato al sonno.

È sorprendente verificare come la gran parte degli atleti possiede una conoscenza molto superficiale circa il concetto di sonno, delle sue fasi e delle implicazioni sulla prestazione sportiva dovuta a privazione o bassa qualità del sonno stesso. Perciò diventa importante strutturare interventi atti a trasmettere le informazioni utili all'acquisizione di conoscenze per una corretta igiene del sonno, perché possa essere qualitativamente e quantitativamente efficace.

Una conoscenza approfondita del sonno da parte degli atleti, si riflette positivamente anche sul livello di motivazione ad apportare cambiamenti legati a comportamenti e strategie per il miglioramento del sonno stesso.

Ad esempio, rinunciando ad azioni che interferiscono con il sonno e che sono gratificanti a breve termine, per fare scelte comportamentali di sonno salutare anche se sono percepite come meno attraenti.

Una modalità terapeutica che potrebbe essere utilizzata per promuovere il cambiamento comportamentale legato al sonno negli atleti è l'intervista motivazionale (IM). Lo scopo generale dell'IM è quello di migliorare la motivazione intrinseca al cambiamento.

L'IM è stata utilizzata in contesti clinici sia con individui che con gruppi (Cassoff et al., 2013), in una vasta gamma di ambiti, compreso il sonno (Bonnar et al., 2015). Per quanto riguarda gli atleti, la chiave che promuovere il cambiamento passa attraverso la valutazione di come le conseguenze dell'adozione di comportamenti che interferiscono con il sonno, siano incoerenti con l'obiettivo di raggiungere il successo, a causa dell'impatto negativo della riduzione del sonno sulle prestazioni e sul recupero.

Una buona educazione del sonno passa anche attraverso lo sviluppo della consapevolezza dell'atleta circa la qualità del proprio sonno.

Consapevolezza che può essere favorita utilizzando, sia questionari strutturati come il Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) (Buysse et al., 1989) e il più recente Athlete Sleep Screening Questionnaire (ASSQ) (Samuels et al., 2016), sia metodologie di autoanalisi come il Consensus Sleep Diary (CSD) consistente in un diario giornaliero con cui l'atleta può mappare sia quantitativamente che qualitativamente il proprio sonno (Carney et al., 2012).

Strategie comportamentali

Per quanto riguarda le strategie comportamentali, le azioni che possono essere messe in atto sono, sia quella di incrementare le ore di sonno (Mah et al., 2011b) (Schwartz & Simon, 2015), sia quella di una corretta igiene dello stesso.

L'aumento delle ore di sonno può essere perseguito sia attraverso l'andata a letto anticipata rispetto all'orario routinario, oppure aggiungendo dei pisolini (NAP) pomeridiani.

Lo studio di Romyn (Romyn et al., 2018) ha esaminato l'efficacia dell'uso di un pisolino diurno per integrare il sonno notturno degli atleti. Sono state impiegate tre diverse configurazioni di sonno:

- 9 ore di sonno totalmente notturno
- 8 ore di sonno notturno + 1 di pisolino diurno
- 7 ore di sonno notturno + 2 di pisolino diurno

Indipendentemente da come è stato suddiviso il tempo trascorso a letto, gli atleti hanno ottenuto un tempo di sonno totale e un'architettura del sonno simili. Ovvero che la quantità di fasi del sonno a onde lente e del sonno REM, che contribuiscono al ripristino nervoso e metabolico (Spiegel et al., 1999) (Van Dongen et al., 2003), erano simili nelle

tre condizioni. Negli adulti sani esiste una relazione lineare tra il tempo trascorso a letto e il tempo totale di sonno, indipendentemente dal fatto che il tempo trascorso a letto sia suddiviso in due episodi o consolidato in un unico evento ogni 24 ore (Mollicone et al., 2007). Sulla base dei due tipi di sonno suddiviso utilizzati nello studio, gli atleti rispondono ai programmi di sonno suddiviso in modo simile agli adulti sani (Mollicone et al., 2007).

Da notare che il sonno prolungato nei fine settimana, pur consentendo un aumento delle ore di sonno, questo aumento, dovrebbe essere limitato a massimo 1 ora rispetto al normale orario di risveglio nei giorni feriali. Dormire fino a tardi dissipa la “necessità” del sonno, rendendo più difficile addormentarsi alla solita ora la notte successiva.

Questo comporta che il sonno che potrebbe essere guadagnato andando a dormire prima (tra i giorni feriali e i fine settimana), viene perso e che il risveglio per la sessione di allenamento mattutina successiva potrebbe essere difficile.

Di pari importanza lo è anche l’igiene del sonno, la quale implica una messa in atto di facili tecniche, come assicurarsi che l'ambiente della camera da letto abbia una temperatura confortevole, che sia buia e silenziosa (ad esempio, fornendo tappi per le orecchie e maschere per gli occhi), che limiti le attività fisicamente cognitivamente ed emotivamente stimolanti prima di andare a letto e utilizzare una luce fioca fino a 2 ore prima di andare a dormire.

L'implementazione di queste misure in modo sistematico nell'arco di 1-3 mesi comporta benefici in termini di sonno e prestazioni (Harada et al., 2016). La pratica di queste tecniche non richiede formazione o attrezzature specializzate e sono relativamente facili da utilizzare sia a casa che, quando si è fuori per una competizione. Pertanto, una buona igiene del sonno è raccomandata come benefica per gli atleti e dovrebbe far parte di tutte quelle routine giornaliere che regolano la routine giornaliera di ogni atleta.

Strategie cognitive

E' risaputo che gli atleti spesso si preoccupano mentre sono a letto, sia durante periodi di allenamento che di gara, ad esempio, le notti precedenti una competizione (Erlacher et al., 2011). I modelli cognitivi suggeriscono che la preoccupazione può attivare il sistema nervoso simpatico, aumentando così l'eccitazione fisiologica e ritardando l'inizio del sonno. Pertanto, l'introduzione di tecniche che riducano la dominanza della risposta del

sistema nervoso simpatico, sono necessarie per qualsiasi intervento completo sul sonno dell'atleta. Esistono diversi metodi con cui si potrebbe insegnare agli atleti a gestire la preoccupazione e che siano coerenti con gli approcci della terapia cognitiva. Inizialmente, gli atleti dovrebbero essere assistiti nel prendere consapevolezza su quali siano le cause che generano le differenti preoccupazioni (ad esempio le preoccupazioni prima della gara). Successivamente è necessario fornire una serie di strategie di pensiero alternative e più utili, come l'utilizzo della "registrazione" dei pensieri per gestire i pensieri automatici negativi (Harvey et al., 2007), il rilassamento muscolare progressivo (McCloughan et al., 2016) e le immagini (Kaplan & Harvey, s.d.).

Strategie farmacologiche

La melatonina (MEL) è un ormone coinvolto nella regolazione del sonno. Il suo livello si modifica durante il giorno e mostra un incremento nelle ore serali.

Valori più basse di MEL plasmatico sono stati registrati proprio durante la pubertà ($116,6 \pm 43,6$ pg/ml contro $153,6 \pm 72,6$ pg/ml prima della pubertà) (Cavallo, 1992).

Anche se l'attività fisica è un'efficace approccio, non farmacologico, per migliorare la qualità del sonno (Lang et al., 2013), un intenso esercizio in tarda sera è citato dall'American Academy of Sleep Medicine (American Sleep Disorders Association, 1997), come una possibile pratica che potrebbe produrre un aumento dell'eccitazione (Hauri, 1968) portando ad una qualità del sonno inadeguata (Myllymäki et al., 2011).

Allo stesso modo, è stato dimostrato che l'intenso esercizio fisico di sera, smorza la secrezione di melatonina, dovuta al cortisolo indotto dall'esercizio fisico (Monteleone et al., 1992). Anche Souissi et al. (Souissi et al., 2012), hanno dimostrato che l'esercizio aerobico massimale eseguito in tarda serata, è "peggiorativo" rispetto all'allenamento fatto nel pomeriggio e potrebbe portare come conseguenza ad una scarsa qualità del sonno successivo (disturbato e frammentato). Anche se alcuni studi precedenti non hanno trovato compromissione del sonno a seguito di attività da 1 a 3 ore di intenso esercizio, che termina almeno 30 minuti prima di coricarsi (O'Connor et al., 1998) (Youngstedt et al., 1999).

Lo studio di Cheikh (Cheikh et al., 2018) ha indagato gli effetti, in giovani atleti, di una singola dose di MEL-10 mg ingerita dopo un intenso esercizio fisico in tarda sera, sulla qualità e quantità del sonno e sulle prestazioni psicocognitive e fisiche a breve termine

(mattina seguente). Una conclusione importante di questo studio è stata che l'ingestione di MEL "notturna" (assunzione alle 22:00), ha aumentato significativamente il total sleep time (TST) e dell'efficacia del sonno (SE). Questi risultati sono coerenti con quelli di Smits et al. (Smits et al., 2001), che hanno dimostrato che l'integrazione sistematica di MEL (5 mg/giorno per 4 settimane) negli adolescenti ha migliorato l'ES e aumentato il TST.

Innanzitutto, tra i pochi farmaci per trattare l'insonnia negli adolescenti, solo la melatonina viene considerata sicura ed efficace per l'uso (Babineau et al., 2008) e senza alcun rischio di dipendenza (Cummings & Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee, 2012). Infatti, Scheer et al. (Scheer et al., 2012) hanno mostrato che la melatonina non ha nessun effetto negativo sulla salute generale degli atleti.

Un altro studio retrospettivo ha descritto gli effetti del trattamento con melatonina a lungo termine negli adolescenti (fascia di età: 10-18 anni), con sindrome della fase del sonno ritardata (Szeinberg et al., 2006). I pazienti sono stati trattati con MEL orale, 3-5 mg/die per un periodo medio di 6 mesi senza nessun effetto negativo (Szeinberg et al., 2006).

Capitolo 2 - La respirazione negli atleti

2.1 Effetti della respirazione sulla prestazione sportiva

La respirazione è un processo necessario e naturale per l'uomo. Allo stesso tempo, la frequenza respiratoria e il ritmo possono variare moltissimo, a seconda dello stato del soggetto. Nello specifico, nello sport, la respirazione può avere l'effetto di limitare la prestazione da un punto di vista fisiologico, o al contrario, può regolare lo stato psicologico degli atleti. La respirazione volontaria può essere divisa in ritmo lento (Voluntary Slow Breath) o veloce (Voluntary Fast Breath) e i loro effetti sui parametri fisiologici e psicologici sono molto diversi.

Il VSB può apportare benefici agli atleti in vari modi, non solo fisicamente ma anche mentalmente. Può aiutare a migliorare la forma cardiovascolare, ridurre lo stress e l'ansia e migliorare la salute e il benessere generale, consentendo agli atleti di mantenere attenzione e concentrazione durante l'allenamento e la competizione.

Il VFB è normale durante l'allenamento fisico e la competizione, ma al di fuori dell'allenamento, se non è volontario, può causare sentimenti di ansia, panico, vertigini e stordimento e innescare nel corpo una risposta allo stress, influenzando così la qualità della vita dell'atleta. La connessione tra respirazione e prestazione sportiva non è ancora completamente studiata, ma gli atleti possono ottenere significativi benefici in termini di attenzione e concentrazione utilizzando strategie di respirazione adeguate alle varie situazioni.

Gli studi hanno dimostrato che le tecniche di respirazione possono avere un impatto significativo sulle prestazioni sportive. Negli esseri umani è stato documentato che la respirazione può modulare l'attività vasocostrittrice simpatica (Seals et al., 1990) (Limberg et al., 2013).

Tuttavia, nonostante l'uso comune di un'ampia varietà di tecniche di respirazione in diversi scenari atletici, solo pochi studi hanno esplorato la relazione tra tecniche di respirazione e prestazioni sportive (Illi et al., 2012) (Hajghanbari et al., s.d.).

In generale, l'uso di diversi esercizi di respirazione che coinvolgono diverse intensità e frequenze sono comunemente usate in diversi sport (Nicks et al., 2009) (Sales et al., 2016).

Un'ampia coerenza scientifica dimostra che il controllo volontario della respirazione può alterare le risposte autonome (Zaccaro et al., 2018a) e la frequenza respiratoria può influenzare in modo differenziale la funzione del sistema cardiovascolare (Wallin et al., 2010).

È stato dimostrato che la respirazione lenta riduce la frequenza cardiaca basale, la risposta della frequenza cardiaca alla posizione eretta e la pressione sanguigna.

D'altra parte, anche in caso di respirazione veloce o di lavoro respiratorio elevato, sembra esserci una conferma sul fatto che possa aumentare la ventilazione alveolare di 20 volte, con conseguente compromissione dello scambio di gas e diminuzione delle prestazioni di resistenza. A causa del conseguente aumento di lavoro, il sistema respiratorio può essere limitato nelle funzioni sia dal flusso espiratorio, che dall'affaticamento del diaframma (Guenette & Sheel, 2007). Inoltre, la respirazione veloce, in individui normali, può aumentare la pressione sanguigna, la frequenza cardiaca e la spinta simpatica al cuore (Narkiewicz et al., 2006).

Per una migliore comprensione dei due tipi di respirazione, prendiamo in considerazione la frequenza respiratoria media nell'uomo, compresa tra 10 e 20 respiri al secondo (da 0,16Hz a 0,33Hz come minimo). Va precisato che la respirazione lenta è definita con un minimo da 4 fino a 10 respiri al minuto (0,07Hz a 0,16 Hz). Mentre, per respirazione veloce si considerano almeno 20 respiri al minuto (0,33 Hz) (Migliaccio et al., 2023).

Lo studio della modulazione della frequenza respiratoria e del suo impatto sugli effetti fisiologici e psicologici è stato oggetto di notevole interesse negli ultimi anni. La letteratura riporta che rallentare la frequenza respiratoria al di sotto di 10 respiri al minuto, noto come respirazione a ritmo lento, e aumentarla al di sopra di 20 respiri al minuto, indicato come respirazione a ritmo veloce, può suscitare effetti fisiologici e psicologici distinti.

Numerosi studi hanno dimostrato che la respirazione a ritmo lento può ridurre l'attività del sistema nervoso simpatico, diminuire la pressione sanguigna e aumentare la variabilità della frequenza cardiaca.

Al contrario, una respirazione a ritmo veloce può attivare il sistema nervoso simpatico, aumentare la frequenza cardiaca e aumentare la pressione sanguigna.

Di norma, la capacità funzionale di un sistema respiratorio umano sano, compresi i polmoni, la parete toracica e i sistemi di controllo neurale, ha una capacità maggiore rispetto alle richieste fisiologiche derivanti da un esercizio fisico intenso.

Considerando le sfide che il sistema respiratorio deve superare durante l'esercizio fisico intenso, si tratta di un risultato impressionante. Un sistema respiratorio sano deve regolare le pressioni parziali alveolari di ossigeno e anidride carbonica attraverso un aumento costante della ventilazione alveolare (AV), che è spesso 20 volte maggiore dei livelli di riposo. Il costo fisiologico associato a tale aumento della ventilazione deve essere ridotto al minimo, il che si ottiene attraverso la capacità della muscolatura respiratoria di sviluppare forza (Amann, 2012).

È interessante notare che la frequenza respiratoria normale per un adulto medio è compresa tra 12 e 20 respiri al minuto. La tachipnea, che si riferisce alla respirazione rapida, può verificarsi in risposta a varie condizioni fisiologiche e psicologiche, tra cui ansia, febbre e ipossia.

La respirazione lenta, nota anche come bradipnea, può avere diverse cause, tra cui condizioni mediche, farmaci, malattia polmonare ostruttiva cronica, insufficienza cardiaca, disturbi metabolici, uso di alcol e droghe e persino sonno.

D'altra parte, lo scopo della respirazione volontaria a ritmo lento (VSB) è quello di promuovere la salute fisica e mentale, anche attraverso l'attivazione del nervo vago, il nervo principale del sistema nervoso parasimpatico (Russo et al., 2017) (Gerritsen & Band, 2018).

Un indicatore chiave della funzione del sistema nervoso autonomo è la variabilità della frequenza cardiaca (HRV), una misura della variazione nel tempo tra ciascun battito cardiaco. Una maggiore variabilità indica una maggiore capacità del sistema nervoso autonomo di autoregolarsi. Questo parametro può essere utilizzato come biomarcatore diagnostico e predittivo della salute mentale, poiché i sintomi più gravi sono significativamente associati a una riduzione dell'HRV (Pizzoli et al., 2021) (Goessl et al., 2017).

I risultati dell'HRV hanno portato all'implementazione di una nuova tecnica ampiamente utilizzata in diverse malattie fisiche e disturbi mentali: il biofeedback HRV (HRVB), è un allenamento terapeutico non invasivo volto ad aumentare le oscillazioni della

frequenza cardiaca attraverso feedback in tempo reale e allenamento della respirazione lenta.

Il VSB, attraverso l'attivazione del sistema nervoso parasimpatico, può avere un impatto positivo sulla prestazione di un atleta. In termini di prestazione puramente atletica, i fattori fisiologici e psicologici devono essere considerati in relazione alla competizione di un atleta piuttosto che al suo benessere e salute mentale. La respirazione lenta può aiutare ad abbassare la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna, il che può migliorare la forma cardiovascolare e la resistenza.

Inoltre, il VSB può anche aiutare a ridurre lo stress e l'ansia, il che può migliorare lo stato mentale di un atleta e la capacità di esibirsi sotto pressione. La respirazione lenta può anche aiutare ad aumentare la quantità di ossigeno che raggiunge le cellule del corpo, il che può migliorare la salute e il benessere generale. Inoltre, la respirazione lenta può aiutare a migliorare la funzione del sistema respiratorio, il che può contribuire a ridurre i sintomi di alcune condizioni respiratorie, come l'asma e la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), che potrebbero influenzare le prestazioni dell'atleta. La respirazione diaframmatica può anche migliorare la capacità polmonare e l'efficienza della respirazione, il che può aiutare ad aumentare la resistenza alla fatica, consentendo agli atleti di ottenere prestazioni migliori per un periodo di tempo più lungo. A lungo termine, il VSB può migliorare anche la capacità di regolare le emozioni e aumentare la resilienza allo stress (Laborde et al., 2022).

D'altra parte, la respirazione veloce (VFB), come l'iperventilazione, ha effetti negativi sulle prestazioni ed è stata oggetto di indagine sin dal secolo scorso. L'iperventilazione, infatti, può far sì che il corpo perda troppa anidride carbonica, il che può portare a una condizione chiamata alcalosi respiratoria. Ciò può causare una diminuzione della quantità di ossigeno che raggiunge i muscoli, che può portare ad affaticamento e diminuzione della resistenza.

L'iperventilazione può anche causare la costrizione dei vasi sanguigni, che può ridurre il flusso sanguigno al cervello e ad altri organi vitali. Ciò può portare a una diminuzione della coordinazione e dell'equilibrio, che può influire sulla capacità di un atleta di eseguire movimenti complessi. Inoltre, l'iperventilazione può causare sentimenti di ansia e panico, che possono avere un impatto negativo sullo stato mentale dell'atleta e sulla capacità di esibirsi sotto pressione (Ford et al., 2017). Allo stesso tempo, le tecniche di respirazione

controllata, come la respirazione veloce, possono aiutare a migliorare le prestazioni di un atleta. Il VFB può aumentare l'apporto di ossigeno ai muscoli e può migliorare la forza, la velocità, il tempo di reazione (Migliaccio et al., 2022a) e il tono dei muscoli addominali (Migliaccio et al., 2022b).

La connessione tra frequenza respiratoria e prestazione sportiva è complessa e sfaccettata, anche se va sottolineata la mancanza di dati specifici.

Negli sport di alto livello e in quelli olimpici le condizioni fisico-psicologiche necessarie agli atleti sono diverse; quindi, la respirazione deve essere controllata con la frequenza corretta in base ai risultati che ci si aspetta, per puntare alla migliore prestazione.

Infatti, la frequenza respiratoria durante l'esercizio, può influenzare la prestazione atletica in diversi modi:

- Fornitura di ossigeno: la frequenza respiratoria determina la quantità di ossigeno che viene erogata ai muscoli durante l'esercizio, che è fondamentale per il picco della prestazione atletica.
- Eliminazione dell'anidride carbonica: la frequenza respiratoria determina anche la quantità di anidride carbonica viene eliminata dal corpo durante l'esercizio, il che può aiutare a migliorare le prestazioni atletiche.
- Regolazione della frequenza cardiaca: la frequenza respiratoria può influenzare anche la frequenza cardiaca, che è importante per ottenere il massimo delle prestazioni atletiche e ridurre la sensazione di stress e ansia durante l'esercizio.
- Concentrazione e focalizzazione: la frequenza respiratoria può influenzare anche la concentrazione e la concentrazione dell'atleta durante l'esercizio. La respirazione controllata e ritmica può aiutare a migliorare l'attenzione e la concentrazione, consentendo migliori prestazioni atletiche.

È importante notare che la frequenza respiratoria ottimale durante l'esercizio può variare a seconda dell'individuo e del tipo di attività o dal tipo di sport. In generale, il consiglio è quello di trovare una frequenza respiratoria che sia confortevole e che consenta un adeguato apporto di ossigeno ai muscoli mantenendo una corretta eliminazione dei prodotti di scarto.

2.2 Pratica di esercizi di respirazione diaframmatica

L'allenamento quotidiano della respirazione è un processo molto importante per gli atleti in quanto permette, da un lato di incrementare la consapevolezza del proprio modo di respirare e dall'altro permette di sviluppare una migliore funzionalità respiratoria.

Una maggiore efficienza della muscolatura ventilatoria favorisce le prestazioni di resistenza riducendo la domanda di ossigeno della muscolatura ventilatoria stessa e quindi aumentando la disponibilità di ossigeno per il lavoro meccanico (Bahenský et al., 2021). È comune fra gli atleti trovare una limitata consapevolezza circa il proprio modo di respirare e quindi l'inizio di una progettualità di allenamento sulla respirazione, potrebbe comportare delle difficoltà nella fase operativa.

Una parte molto importante dell'allenamento della respirazione è quella che riguarda la respirazione di tipo diaframmatica. Questo tipo di respirazione rappresenta la base per una corretta respirazione di tipo lento (VSB), per questo motivo è di fondamentale importanza che gli atleti abbiano il controllo durante l'allenamento della respirazione dei muscoli coinvolti nella respirazione diaframmatica.

Al fine di concentrarsi sulla respirazione diaframmatica e sulla muscolatura coinvolta, è necessario mettere una mano aperta sul torace e una mano all'altezza dell'ombelico, facendo combaciare il centro del palmo della mano con l'ombelico stesso. Procedendo a questo punto con l'inspirazione e l'espiazione dell'aria attraverso il naso. Durante questo processo è necessario porre l'attenzione sulla pancia, cercando di "gonfiarla" mentre s'inspira l'aria e cercare di "sgonfiarla" mentre l'aria viene espirata. È importante mantenere ferma la muscolatura della parte toracica, in modo che tutto il movimento interessi la parte inferiore, ovvero quella che compete al diaframma (Maric, 2017).

In questo modo si ottiene un completo lavoro del diaframma, il quale si abbasserà durante la fase di inspirazione e si alzerà durante la fase di espirazione.

L'allenamento può essere effettuato sia in posizione seduta che supina, quest'ultima rappresenta dei fattori facilitanti, per cui può essere usata in una fase iniziale per favorire il controllo dei muscoli coinvolti nella respirazione diaframmatica. È importante prestare adeguata attenzione a mantenere la posizione corrette sia nel caso di esecuzione da seduti che in quella supina.

Una volta che l'atleta avrà sviluppato il controllo dei muscoli respiratori, in modo tale da riuscire a convogliare l'aria verso il volume polmonare che compete al diaframma, sarà possibile aggiungere anche il controllo temporale dei cicli di inspirazione e di espirazione. Ovvero impostare una fase di inspirazione per uno specifico numero di secondi e altresì anche eseguire la fase di espirazione per uno specifico numero di secondi.

Andando a variare questi due tempi è possibile realizzare configurazioni di respirazione diverse. Una di queste configurazioni prende il nome di respirazione triangolare, caratterizzata dall'aver un tempo di espirazione pari al doppio del tempo impiegato per la fase di inspirazione.

Per una corretta esecuzione della respirazione triangolare, la sequenza respiratoria deve essere eseguita attraverso il naso e l'aria inspirata deve essere "inviata" nel volume polmonare che compete al diaframma.

Gli atleti possono iniziare con una tempistica di 3 secondi per la fase di inspirazione e di 6 secondi per la fase di espirazione, per un ciclo totale di 9 secondi e un tempo totale di allenamento pari ad almeno 5 minuti. A seguito dell'allenamento giornaliero risulterà sempre più semplice mantenere questa ciclica (3 secondi di inspirazione + 6 secondi di espirazione), per cui potrà incrementare il binomio temporale passando ad esempio a 4 secondi di inspirazione e 8 secondi di espirazione. Procedendo in questo modo l'atleta incrementerà da un lato il controllo sul proprio atto respiratorio e dall'altro incrementerà l'efficacia respiratoria migliorando l'elasticità muscolare del diaframma (Maric, 2017). Questo incremento di elasticità del muscolo diaframmatico permetterà di introitare una maggiore quantità di aria durante una respirazione profonda, che comporta una maggiore disponibilità di ossigeno a disposizione dell'atleta, specie durante le attività ad alta intensità.

Un aspetto molto interessante dell'allenamento della respirazione è rappresentato dal fatto che l'atleta non deve impiegare lunghe sessioni di esercizio, ma sono sufficienti alcuni minuti di allenamento quotidiano. La cosa importante è che vi sia una costanza e una continuità di allenamento quotidiana, in quanto un allenamento intensivo di un solo giorno, non porta agli stessi benefici di quello fatto in giorni sequenziali, anche se il tempo totale di allenamento fosse lo stesso.

Un tempo di allenamento di due mesi, comporta già un miglioramento in termini respiratori per l'atleta.

Per incrementare il controllo della propria respirazione è possibile, una volta acquisita una sufficiente pratica con la respirazione diaframmatica, aggiungere una fase di apnea dopo ogni fase di espirazione.

La fase di apnea può essere mantenuta per un tempo indicativo di 2-3 secondi, per cui inserendola all'interno della respirazione triangolare si ottiene ad esempio una ciclica come segue:

- n. 4 secondi di inspirazione
- n. 8 secondi di espirazione
- n. 3 secondi di apnea

Questa tipologia di respirazione triangolare comporta inoltre un intenso effetto di rilassamento, amplificato dalla fase di apnea posta dopo la fase di espirazione (Maric, 2020)

Capitolo 3 - Possibili correlazioni fra respirazione diaframmatica e qualità del sonno

Il sonno è regolato in gran parte dal sistema nervoso autonomo (Lim et al., 2019). Il sistema nervoso autonomo comprende un sistema simpatico e un sistema parasimpatico; quest'ultimo coinvolge prevalentemente il nervo vago. Quando le persone che dormono bene passano dalla veglia al sonno, la frequenza respiratoria rallenta e diventa più regolare man mano che aumenta il contributo parasimpatico (Lim et al., 2019). Questo suggerisce che cambiare la frequenza della respirazione può aiutare le persone ad addormentarsi più velocemente.

L'allenamento di rilassamento della respirazione diaframmatica, noto anche come allenamento di rilassamento della respirazione profonda, è un metodo completo di allenamento corpo-mente basato sulla respirazione diaframmatica. I partecipanti controllano consapevolmente la propria attività respiratoria, seguendo un protocollo di allenamento specifico in un ambiente tranquillo, rallentando efficacemente la respirazione e contraendo il muscolo del diaframma per spostare l'aria verso la zona addominale, determinando uno stato di rilassamento (Busch et al., s.d.) (Chen et al., 2017). I benefici della respirazione diaframmatica sono stati dimostrati anche da Stromberg et al. (Stromberg et al., s.d.) e Aslan et al. (Aslan, s.d.). I quali hanno rilevato che la respirazione diaframmatica è un intervento non farmacologico efficace per migliorare il sonno e le emozioni, con conseguente riduzione dei livelli di ansia, depressione e stress. Inoltre, è stato dimostrato che la respirazione profonda provoca una sincronizzazione cardiopolmonare (Yasuma, s.d.), con conseguente maggiore inibizione simpatica (Croix et al., s.d.).

Al contrario, la respirazione irregolare e veloce può portare all'eccitazione del sistema simpatico (Kox et al., s.d.). Gli effetti dannosi dello stress e dell'ansia del sistema nervoso autonomo potrebbero essere contrastati dal rilassamento e dalla respirazione (Jerath, s.d.). L'esercizio della respirazione diaframmatica presenta anche vantaggi non farmaceutici, tra cui l'eccellente profilo di sicurezza, la semplicità sia della fase di apprendimento che della pratica delle tecniche (Kim et al., 2015).

Inoltre, Lee et al. (Lee et al., 2003) hanno scoperto che la respirazione diaframmatica produce un effetto circadiano tra la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna nei giovani adulti. E può aumentare l'attività parasimpatica durante la notte e migliorare la qualità del sonno (Cvejic et al., 2017).

La maggior parte degli studi in letteratura si sono concentrati sugli effetti della respirazione diaframmatica in pazienti con patologie particolari; tuttavia, esistono informazioni anche sull'efficacia della respirazione diaframmatica nella popolazione non malata.

Nello studio di Liu et al. (Liu et al., 2021) l'obiettivo era studiare gli effetti della respirazione diaframmatica sulla qualità del sonno, sull'ansia e sulla depressione degli infermieri in prima linea che hanno combattuto contro il COVID-19 a Wuhan, in Cina.

Il campione è stato di 140 unità alle quali è stato somministrato giornalmente un protocollo standard di respirazione diaframmatica, che prevedeva al suo interno un esercizio di respirazione diaframmatica con una frequenza pari a 8-10 respiri/min. (Liu et al., 2021).

La qualità del sonno degli infermieri è stata misurata per un intero mese, attraverso il Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) (Buysse et al., 1989). Il PSQI è composto da 18 item e misura sette dimensioni, tra cui la qualità soggettiva del sonno e la durata del sonno. È stato scelto il PSQI in quanto ha un'eccellente affidabilità e validità, con un punteggio di Cronbach pari a 0,83 (Buysse et al., 1989).

I risultati dello studio riporta che dopo quattro settimane di allenamento usando la respirazione diaframmatica, gli infermieri in prima linea hanno fatto progressi significativi nei punteggi di PSQI, compresa la qualità globale del sonno, la qualità soggettiva rilevata, la latenza, la durata, i disturbi e l'efficienza del sonno.

La respirazione diaframmatica ha quindi avuto effetti positivi sulla qualità del sonno, che conferma precedenti studi su adulti sani (Ma et al., 2017). Un'altra revisione ha anche dimostrato che la respirazione lenta può regolare lo stato psicologico (Zaccaro et al., 2018b). Secondo la letteratura i meccanismi psicofisiologici alla base degli effetti benefici della respirazione diaframmatica sono mediati principalmente dal sistema nervoso autonomo. Inoltre, le tecniche di respirazione diaframmatica coinvolgono il plesso addominale e le attività parasimpatiche, riducendo la frequenza respiratoria, la secrezione di cortisolo, aumentando al contempo l'entità del movimento del diaframma e lo scambio di gas (Cvejic et al., 2017) (Keng et al., 2011). Gli specialisti cognitivo-comportamentali hanno inoltre indicato nella respirazione diaframmatica, una forma di allenamento di rilassamento.

La respirazione diaframmatica può ridurre l'affaticamento e le risposte allo stress, ottimizzando il consumo dell'energia cerebrale e la secrezione di cortisolo (Cvejic et al., 2017).

Considerando inoltre che come riportato nello studio presentato nel paragrafo 2.1, nel quale si conclude che uno dei fattori condizionanti la qualità del sonno è lo stato di stress (Vlahoyiannis et al., 2021) e quindi una gestione dello stesso, usando la respirazione diaframmatica, può essere funzionale per un miglioramento del sonno dell'atleta.

Questa considerazione trova conferma nello studio di Liu et al. (Liu et al., 2021) nel quale dopo aver seguito un protocollo di intervento di allenamento con la respirazione diaframmatica, il campione di infermieri, ha ottenuto punteggi di PSQI globale e della qualità soggettiva rilevata del sonno, significativamente migliorati.

Non ci sono per ora studi analoghi in cui il campione utilizzato fosse preso dalla popolazione degli atleti, ma gli studi precedentemente citati riportano risultati efficaci su una popolazione che possiamo definire sana, all'interno della quale possiamo includere anche la popolazione degli atleti sani.

A seguito di questa considerazione possiamo affermare che la respirazione diaframmatica sia un utile strumento a servizio degli atleti per ottenere un sonno di qualità.

Di sicuro servono ulteriori approfondimenti relativamente a come la respirazione diaframmatica possa correlare con i vari aspetti legati alla quantità e alla qualità del sonno.

Un possibile sviluppo potrebbe essere la mappatura di come l'architettura del sonno, definita nel paragrafo 2.1, venga condizionata da un protocollo di respirazione diaframmatica eseguito nei momenti precedenti all'andata a letto.

Conclusioni

La ricerca condotta in questa tesi ha esaminato in modo approfondito il rapporto tra la qualità del sonno e la respirazione diaframmatica negli atleti, concentrandosi anche sulla loro influenza sulla prestazione sportiva.

L'importanza del sonno nella vita di un atleta è indiscutibile. Il capitolo uno ha evidenziato come il sonno influenzi direttamente le prestazioni atletiche. Durante il sonno, il corpo recupera, ripara e rafforza i tessuti muscolari, mentre la mente si rigenera e si prepara per le sfide future. Inoltre, il sonno è fondamentale per il consolidamento della memoria e il rafforzamento delle abilità motorie, aspetti che sono di cruciale importanza per gli atleti che cercano di migliorare le proprie prestazioni. La mancanza di sonno può portare a un aumento del rischio di infortuni, ad una diminuzione della capacità di concentrazione e ad una riduzione della resistenza fisica. La quantità, la qualità e l'architettura del sonno sono fattori determinanti per il successo degli atleti nelle loro discipline sportive.

Sono stati inoltre esposti degli interventi che possono essere adottati per migliorare la quantità e la qualità del sonno. Gli approcci terapeutici, tra cui l'igiene del sonno e le terapie comportamentali, sono diventati strumenti fondamentali nel gestire i problemi del sonno tra gli atleti. Tuttavia, è importante notare che ogni atleta è diverso, e quindi è necessario adottare un approccio personalizzato per migliorare il sonno in base alle esigenze specifiche di ciascun individuo.

Il capitolo due si è concentrato sulla respirazione negli atleti, esaminando come la pratica di esercizi di respirazione diaframmatica possa influire sulla prestazione sportiva. La respirazione è un aspetto spesso trascurato nell'allenamento degli atleti, ma può avere un impatto significativo sulla loro capacità di eseguire prestazioni a livelli ottimali. La respirazione diaframmatica, in particolare, è stata identificata come una tecnica che può migliorare l'efficienza respiratoria, aumentare l'apporto di ossigeno ai muscoli e ridurre il rischio di affaticamento. Gli esercizi di respirazione diaframmatica possono anche aiutare gli atleti a gestire lo stress e l'ansia, migliorando la loro capacità di concentrazione e di controllo emotivo durante la competizione.

Tuttavia, la ricerca ha anche evidenziato che la pratica di esercizi di respirazione diaframmatica richiede tempo ma soprattutto costanza. Gli atleti devono integrare tali esercizi nella loro routine di allenamento quotidiana e dedicarci del tempo per perfezionarli.

Inoltre, è importante che gli allenatori e i professionisti dello sport siano consapevoli dell'importanza della respirazione e includano l'addestramento respiratorio come parte integrante del programma di allenamento.

Nel capitolo tre, sono state esaminate le possibili correlazioni tra la respirazione diaframmatica e la qualità del sonno negli atleti. Sebbene siano stati condotti alcuni studi che suggeriscono una relazione positiva tra la pratica di esercizi di respirazione diaframmatica prima di dormire e una migliore qualità del sonno, è importante notare che la ricerca su questa correlazione è ancora limitata. Sono sicuramente necessari ulteriori studi per poter confermare e approfondire questa relazione.

Le implicazioni pratiche di questo elaborato sono significative per gli atleti, gli allenatori e gli esperti del settore dello sport. Gli atleti dovrebbero essere più consapevoli dell'importanza di una buona igiene del sonno e della pratica di esercizi di respirazione diaframmatica. Mentre gli allenatori potrebbero integrare l'addestramento respiratorio nelle sessioni di allenamento e lavorare con gli atleti per sviluppare strategie personalizzate al fine di migliorare il sonno.

È importante sottolineare che il successo degli interventi per migliorare il sonno e la respirazione dipendono dalla collaborazione tra gli atleti stessi, gli allenatori e gli esperti del settore. Gli atleti devono essere motivati e impegnati nel seguire le raccomandazioni e gli allenamenti specifici, mentre gli allenatori devono essere informati sulle migliori pratiche e devono sostenere gli atleti in questo processo. Gli esperti del settore dello sport devono fornire consulenza e monitoraggio costante per garantire che gli interventi siano adeguati e producano i risultati desiderati.

Inoltre, è necessario sottolineare che le esigenze individuali degli atleti possono variare notevolmente. Alcuni atleti possono avere problemi di sonno cronici, mentre altri possono essere più soggetti allo stress e all'ansia. Di conseguenza, gli interventi devono essere adattati alle specifiche esigenze di ciascun individuo.

Questa tesi ha evidenziato importanti variabili nella comprensione della relazione tra il sonno, la respirazione diaframmatica e la prestazione sportiva, ma ci sono ancora molte domande aperte e aree di ricerca future da esplorare.

In primo luogo, sono necessari studi più ampi e a lungo termine per confermare la correlazione tra la pratica di esercizi di respirazione diaframmatica prima di dormire e una migliore qualità del sonno nella popolazione specifica degli atleti.

In secondo luogo, è importante esaminare le differenze individuali tra gli atleti e come queste influenzino la risposta agli interventi per migliorare il sonno e la respirazione.

In terzo luogo, è necessario esplorare ulteriormente il ruolo della gestione dello stress e dell'ansia nella relazione tra il sonno, la respirazione e la prestazione sportiva.

La ricerca ha evidenziato l'importanza di una buona igiene del sonno e della pratica di esercizi di respirazione diaframmatica come mezzi per migliorare la qualità del sonno e la gestione dello stress.

L'obiettivo finale è garantire che gli atleti abbiano le migliori opportunità e i migliori strumenti, per eccellere nel loro sport e raggiungere i loro obiettivi.

Per raggiungere questo scopo è altresì fondamentale che ci sia una squadra multidisciplinare di professionisti con competenze diverse, per gestire al meglio l'atleta in tutti gli aspetti della sua carriera sportiva. Questo approccio garantisce una visione olistica della salute e delle performance atletiche, fornendo un supporto completo e personalizzato per ogni individuo. In quest'ottica diventa importante che si crei uno staff tecnico che possa coprire i seguenti ambiti:

- Allenamento tecnico: gli allenatori progettano programmi di allenamento mirati per sviluppare le abilità fisiche e tecniche dell'atleta, tenendo conto degli obiettivi specifici e delle fasi della carriera.
- Psicologia dello sport: gli psicologi dello sport lavorano sulla gestione dello stress, della concentrazione e dell'autostima, aiutando gli atleti a sviluppare una mentalità vincente.
- Fisioterapia: i fisioterapisti forniscono trattamenti mirati per prevenire e curare lesioni, oltre a migliorare la flessibilità e la forza.
- Nutrizione: i nutrizionisti sportivi creano piani alimentari personalizzati per soddisfare le esigenze energetiche dell'atleta e garantire che riceva i nutrienti giusti per massimizzare le prestazioni e il recupero.
- Recupero e riabilitazione: questi professionisti sono fondamentali per il processo di recupero dopo lesioni gravi, garantendo che l'atleta possa tornare al massimo delle sue capacità.

- Medicina e fisiologia: i medici sportivi sono responsabili di monitorare la salute generale dell'atleta, diagnosticare e trattare lesioni, e pianificare la riabilitazione. Inoltre, gli esperti in fisiologia possono aiutare a ottimizzare l'allenamento, migliorare la resistenza e accelerare il recupero.

Ogni membro dello staff tecnico dovrebbe inoltre avere una conoscenza di base delle esigenze e delle sfide specifiche degli altri membri, in modo da poter collaborare in modo efficace per il benessere globale dell'atleta.

In armonia con il lavoro dello staff multidisciplinare, è cruciale anche la sensibilizzazione degli atleti, sin dalla giovane età, in special modo per quanto riguarda l'importanza del sonno e delle tecniche di respirazione.

Insegnare questi aspetti, assieme a quelli più generali riguardanti la pratica sportiva, contribuirà a creare atleti consapevoli che adottano uno stile di vita sano e attivo, migliorando la loro capacità di raggiungere e mantenere, nel lungo termine, il successo nel proprio sport.

Bibliografia

- Ader, R. (2001). Psychoneuroimmunology. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 12422–12428). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03780-3>
- Amann, M. (2012). Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans. *Experimental Physiology*, *97*(3), 311–318. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058800>
- American Sleep Disorders Association (A c. Di). (1997). *The international classification of sleep disorders: Diagnostic and coding manual / American Sleep Disorders Association* (Rev). Am. Sleep Disorders Ass.
- Aslan, G. K. (s.d.). *Inspiratory Muscle Training in Late-Onset Pompe Disease: The Effects on Pulmonary Function Tests, Quality of Life, and Sleep Quality*.
- Babineau, S., Goodwin, C., & Walker, B. (2008). FPIN's clinical inquiries. Medications for insomnia treatment in children. *American Family Physician*, *77*(3), 358–359.
- Baglioni, C., Spiegelhalder, K., Lombardo, C., & Riemann, D. (2010). Sleep and emotions: A focus on insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, *14*(4), 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.10.007>
- Bahenský, P., Bunc, V., Malátová, R., Marko, D., Grosicki, G. J., & Schuster, J. (2021). Impact of a Breathing Intervention on Engagement of Abdominal, Thoracic, and Subclavian Musculature during Exercise, a Randomized Trial. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(16), 3514. <https://doi.org/10.3390/jcm10163514>
- Berry, R. B., Gamaldo, C. E., Harding, S. M., Brooks, R., Lloyd, R. M., Vaughn, B. V., & Marcus, C. L. (2015). AASM Scoring Manual Version 2.2 Updates: New Chapters for Scoring Infant Sleep Staging and Home Sleep Apnea Testing. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *11*(11), 1253–1254. <https://doi.org/10.5664/jcsm.5176>
- Biggins, M., Cahalan, R., Comyns, T., Purtill, H., & O'Sullivan, K. (2018). Poor sleep is related to lower general health, increased stress and increased confusion in elite Gaelic athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, *46*(1), 14–20. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1416258>
- Bonnar, D., Gradisar, M., Moseley, L., Coughlin, A.-M., Cain, N., & Short, M. A. (2015). Evaluation of novel school-based interventions for adolescent sleep problems: Does parental involvement and bright light improve outcomes? *Sleep Health*, *1*(1), 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.11.002>
- Borkovec, T. D., & Ray, W. J. (s.d.). *Worry: A Cognitive Phenomenon Intimately Linked to Affective, Physiological, and Interpersonal Behavioral Processes*.

- Brand, S., Gerber, M., Kalak, N., Kirov, R., Lemola, S., Clough, P. J., Pühse, U., & Holsboer-Trachsler, E. (2014). "Sleep Well, Our Tough Heroes!"—In Adolescence, Greater Mental Toughness is Related to Better Sleep Schedules. *Behavioral Sleep Medicine*, *12*(6), 444–454. <https://doi.org/10.1080/15402002.2013.825839>
- Brand, S., Gerber, M., Kalak, N., Lemola, S., Clough, P. J., Calabrese, P., Shaygannejad, V., Pühse, U., Holsboer-Trachsler, E., & Sadeghi Bahmani, D. (2016). Mental toughness, sleep disturbances, and physical activity in patients with multiple sclerosis compared to healthy adolescents and young adults. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, *Volume 12*, 1571–1579. <https://doi.org/10.2147/NDT.S111208>
- Brosschot, J. F., Gerin, W., & Thayer, J. F. (2006). The perseverative cognition hypothesis: A review of worry, prolonged stress-related physiological activation, and health. *Journal of Psychosomatic Research*, *60*(2), 113–124. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2005.06.074>
- Busch, V., Magerl, W., & Kern, U. (s.d.). *The Effect of Deep and Slow Breathing on Pain Perception, Autonomic Activity, and Mood Processing An Experimental Study*.
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, *28*(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Caia, J., Thornton, H. R., Kelly, V. G., Scott, T. J., Halson, S. L., Cupples, B., & Driller, M. W. (2018). Does self-perceived sleep reflect sleep estimated via activity monitors in professional rugby league athletes? *Journal of Sports Sciences*, *36*(13), 1492–1496. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1398885>
- Carney, C. E., Buysse, D. J., Ancoli-Israel, S., Edinger, J. D., Krystal, A. D., Lichstein, K. L., & Morin, C. M. (2012). The Consensus Sleep Diary: Standardizing Prospective Sleep Self-Monitoring. *Sleep*, *35*(2), 287–302. <https://doi.org/10.5665/sleep.1642>
- Cassoff, J., Knäuper, B., Michaelsen, S., & Gruber, R. (2013). School-based sleep promotion programs: Effectiveness, feasibility and insights for future research. *Sleep Medicine Reviews*, *17*(3), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.07.001>
- Cavallo, A. (1992). Plasma Melatonin Rhythm in Normal Puberty: Interactions of Age and Pubertal Stages. *Neuroendocrinology*, *55*(4), 372–379. <https://doi.org/10.1159/000126147>

- Cheikh, M., Hammouda, O., Gaamouri, N., Driss, T., Chamari, K., Cheikh, R. B., Dogui, M., & Souissi, N. (2018). Melatonin ingestion after exhaustive late-evening exercise improves sleep quality and quantity, and short-term performances in teenage athletes. *Chronobiology International*, 35(9), 1281–1293. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1474891>
- Chen, Y.-F., Huang, X.-Y., Chien, C.-H., & Cheng, J.-F. (2017). The Effectiveness of Diaphragmatic Breathing Relaxation Training for Reducing Anxiety. *Perspectives in Psychiatric Care*.
- Chrousos, G. P. (1992). The Concepts of Stress and Stress System Disorders: Overview of Physical and Behavioral Homeostasis. *JAMA*, 267(9), 1244. <https://doi.org/10.1001/jama.1992.03480090092034>
- Cooper, K. B., Wilson, M. R., & Jones, M. I. (2020). The impact of sleep on mental toughness: Evidence from observational and N-of-1 manipulation studies in athletes. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(3), 308–321. <https://doi.org/10.1037/spy0000174>
- Croix, C., Satoh, M., Morgan, B., Skatrud, J., & Dempsey, J. (s.d.). *Role of Respiratory Motor Output in Within-Breath Modulation of Muscle Sympathetic Nerve Activity in Humans*.
- Cummings, C. & Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee. (2012). Melatonin for the management of sleep disorders in children and adolescents. *Paediatrics & Child Health*, 17(6), 331–336.
- Cvejic, E., Sandler, C. X., Keech, A., Barry, B. K., Lloyd, A. R., & Vollmer-Conna, U. (2017). Autonomic nervous system function, activity patterns, and sleep after physical or cognitive challenge in people with chronic fatigue syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 103, 91–94. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2017.10.010>
- Engle-Friedman, M., Palencar, V., & Riela, S. (2010). Sleep and effort in adolescent athletes. *Journal of Child Health Care*, 14(2), 131–141. <https://doi.org/10.1177/1367493510362129>
- Engle-Friedman, M., Riela, S., Golan, R., Ventuneac, A. M., Davis, C. M., Jefferson, A. D., & Major, D. (2003). The effect of sleep loss on next day effort. *Journal of Sleep Research*, 12(2), 113–124. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2003.00351.x>
- Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. A., & Galal El-Din, H. (2011). Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 859–866. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.565782>
- Ford, J., Ildefonso, K., Jones, M., & Arvinen-Barrow, M. (2017). Sport-related anxiety: Current insights. *Open Access Journal of Sports Medicine, Volume 8*, 205–212. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S125845>

- Gerritsen, R. J. S., & Band, G. P. H. (2018). Breath of Life: The Respiratory Vagal Stimulation Model of Contemplative Activity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 397. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00397>
- Goessl, V. C., Curtiss, J. E., & Hofmann, S. G. (2017). The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: A meta-analysis. *Psychological Medicine*, *47*(15), 2578–2586. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001003>
- Goldstein, A. N., & Walker, M. P. (2014). The Role of Sleep in Emotional Brain Function. *Annual Review of Clinical Psychology*, *10*(1), 679–708. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153716>
- Gonfalone, A. (2016). Sleep on manned space flights: Zero gravity reduces sleep duration. *Pathophysiology*, *23*(4), 259–263. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2016.08.003>
- Gucciardi, D. F., Hanton, S., Gordon, S., Mallett, C. J., & Temby, P. (2015). The Concept of Mental Toughness: Tests of Dimensionality, Nomological Network, and Traitness: Mental Toughness. *Journal of Personality*, *83*(1), 26–44. <https://doi.org/10.1111/jopy.12079>
- Guenette, J. A., & Sheel, A. W. (2007). Physiological consequences of a high work of breathing during heavy exercise in humans. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *10*(6), 341–350. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.02.003>
- Gupta, L., Morgan, K., & Gilchrist, S. (2017a). Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. *Sports Medicine*, *47*(7), 1317–1333. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0650-6>
- Gupta, L., Morgan, K., & Gilchrist, S. (2017b). Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. *Sports Medicine*, *47*(7), 1317–1333. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0650-6>
- Hajghanbari, B., Yamabayashi, C., Buna, T. R., Coelho, J. D., Freedman, K. D., Morton, T. A., Palmer, S. A., Toy, M. A., Walsh, C., Sheel, A. W., & Reid, W. D. (s.d.). *EFFECTS OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING ON PERFORMANCE IN ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW WITH META-ANALYSES*.
- Harada, T., Wada, K., Tsuji, F., Krejci, M., Kawada, T., Noji, T., Nakade, M., & Takeuchi, H. (2016). Intervention study using a leaflet entitled ‘three benefits of “go to bed early! Get up early! And intake nutritionally rich breakfast!” a message for athletes’ to improve the soccer performance of university soccer team. *Sleep and Biological Rhythms*, *14*(S1), 65–74. <https://doi.org/10.1007/s41105-015-0035-5>

- Harvey, A. G. (2000a). Pre-sleep cognitive activity: A comparison of sleep-onset insomniacs and good sleepers. *British Journal of Clinical Psychology*, 39(3), 275–286. <https://doi.org/10.1348/014466500163284>
- Harvey, A. G. (2000b). Pre-sleep cognitive activity: A comparison of sleep-onset insomniacs and good sleepers. *British Journal of Clinical Psychology*, 39(3), 275–286. <https://doi.org/10.1348/014466500163284>
- Harvey, A. G., Sharpley, A. L., Ree, M. J., Stinson, K., & Clark, D. M. (2007). An open trial of cognitive therapy for chronic insomnia. *Behaviour Research and Therapy*, 45(10), 2491–2501. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2007.04.007>
- Hauri, P. (1968). EFFECTS OF EVENING ACTIVITY ON EARLY NIGHT SLEEP. *Psychophysiology*, 4(3), 267–277. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1968.tb02767.x>
- Hrozanova, M., Moen, F., & Pallesen, S. (2019). Unique Predictors of Sleep Quality in Junior Athletes: The Protective Function of Mental Resilience, and the Detrimental Impact of Sex, Worry and Perceived Stress. *Frontiers in Psychology*, 10, 1256. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01256>
- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of Respiratory Muscle Training on Exercise Performance in Healthy Individuals. *Sports Med.*
- Jerath, R. (s.d.). Self-Regulation of Breathing as a Primary Treatment for Anxiety. *Appl Psychophysiol Biofeedback*.
- Kaplan, K., & Harvey, A. (s.d.). *Treatment of sleep disturbance*. In: Barlow DH, editor. *Clinical handbook of psychological disorders* (5th ed.). Guilford Press.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Keng, S.-L., Smoski, M. J., & Robins, C. J. (2011). Effects of mindfulness on psychological health: A review of empirical studies. *Clinical Psychology Review*, 31(6), 1041–1056. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2011.04.006>
- Killgore, W. D. S. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. In *Progress in Brain Research* (Vol. 185, pp. 105–129). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5>
- Kim, S., Roth, W. T., & Wollburg, E. (2015). Effects of therapeutic relationship, expectancy, and credibility in breathing therapies for anxiety. *Bulletin of the Menninger Clinic*, 79(2).

- Kox, M., van Eijk, L. T., & Zwaag, J. (s.d.). *Voluntary activation of the sympathetic nervous system and attenuation of the innate immune response in humans.*
- Laborde, S., Allen, M. S., Borges, U., Dosseville, F., Hosang, T. J., Iskra, M., Mosley, E., Salvotti, C., Spolverato, L., Zammit, N., & Javelle, F. (2022). Effects of voluntary slow breathing on heart rate and heart rate variability: A systematic review and a meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *138*, 104711. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104711>
- Lang, C., Brand, S., Feldmeth, A. K., Holsboer-Trachsler, E., Pühse, U., & Gerber, M. (2013). Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. *Physiology & Behavior*, *120*, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.07.001>
- Lazarus, R. S. (1974). Psychological Stress and Coping in Adaptation and Illness. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*, *5*(4), 321–333. <https://doi.org/10.2190/T43T-84P3-QDUR-7RTP>
- Lee, J. S., Lee, M. S., Lee, J. Y., Cornélissen, G., Otsuka, K., & Halberg, F. (2003). Effects of diaphragmatic breathing on ambulatory blood pressure and heart rate. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *57*, 87–91. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2003.08.011>
- Leger, K. A., Charles, S. T., & Almeida, D. M. (2018). Let It Go: Lingering Negative Affect in Response to Daily Stressors Is Associated With Physical Health Years Later. *Psychological Science*, *29*(8), 1283–1290. <https://doi.org/10.1177/0956797618763097>
- Lemola, S., Ledermann, T., & Friedman, E. M. (2013). Variability of Sleep Duration Is Related to Subjective Sleep Quality and Subjective Well-Being: An Actigraphy Study. *PLoS ONE*, *8*(8), e71292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071292>
- Lim, S., Han, K., Cho, H., & Baek, H. (2019). Shift-work nurses' work environments and health-promoting behaviours in relation to sleep disturbance: A cross-sectional secondary data analysis. *Journal of Clinical Nursing*, *28*(9–10), 1538–1545. <https://doi.org/10.1111/jocn.14769>
- Limberg, J. K., Morgan, B. J., Schrage, W. G., & Dempsey, J. A. (2013). Respiratory influences on muscle sympathetic nerve activity and vascular conductance in the steady state. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *304*(12), H1615–H1623. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00112.2013>
- Liu, Y., Jiang, T., Shi, T., Liu, Y., Liu, X., Xu, G., Li, F., Wang, Y., & Wu, X. (2021). The effectiveness of diaphragmatic breathing relaxation training for improving sleep quality among nursing staff during the COVID-19 outbreak: A before and after study. *Sleep Medicine*, *78*, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.12.003>

- Ma, X., Yue, Z.-Q., Gong, Z.-Q., Zhang, H., Duan, N.-Y., Shi, Y.-T., Wei, G.-X., & Li, Y.-F. (2017). The Effect of Diaphragmatic Breathing on Attention, Negative Affect and Stress in Healthy Adults. *Frontiers in Psychology*, 8, 874. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00874>
- Magee, J., Harsh, J., & Badia, P. (1987). Effects of Experimentally-Induced Sleep Fragmentation on Sleep and Sleepiness. *Psychophysiology*, 24(5), 528–534. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1987.tb00332.x>
- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011a). The Effects of Sleep Extension on the Athletic Performance of Collegiate Basketball Players. *Sleep*, 34(7), 943–950. <https://doi.org/10.5665/SLEEP.1132>
- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011b). The Effects of Sleep Extension on the Athletic Performance of Collegiate Basketball Players. *Sleep*, 34(7), 943–950. <https://doi.org/10.5665/SLEEP.1132>
- Maric, M. (2017). *La scienza del respiro: Da un campione di apnea la ricetta per dire addio allo stress, migliorare la performance e vivere appieno (Italian Edition)* (Vol. 1). Vallardi.
- Maric, M. (2020). *Il Potere Antistress del Respiro* (Vol. 1). Vallardi.
- McCloughan, L. J., Hanrahan, S. J., Anderson, R., & Halson, S. R. (2016). Psychological recovery: Progressive muscle relaxation (PMR), anxiety, and sleep in dancers. *Performance Enhancement & Health*, 4(1–2), 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2015.11.002>
- Migliaccio, G. M., Di Filippo, G., Russo, L., Orgiana, T., Ardigò, L. P., Casal, M. Z., Peyré-Tartaruga, L. A., & Padulo, J. (2022a). Effects of Mental Fatigue on Reaction Time in Sportsmen. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14360. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114360>
- Migliaccio, G. M., Di Filippo, G., Russo, L., Orgiana, T., Ardigò, L. P., Casal, M. Z., Peyré-Tartaruga, L. A., & Padulo, J. (2022b). Effects of Mental Fatigue on Reaction Time in Sportsmen. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14360. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114360>
- Migliaccio, G. M., Russo, L., Maric, M., & Padulo, J. (2023). Sports Performance and Breathing Rate: What Is the Connection? A Narrative Review on Breathing Strategies. *Sports*, 11(5), 103. <https://doi.org/10.3390/sports11050103>
- Mollicone, D. J., Van Dongen, H. P. A., & Dinges, D. F. (2007). Optimizing sleep/wake schedules in space: Sleep during chronic nocturnal sleep restriction with and without diurnal naps. *Acta Astronautica*, 60(4–7), 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2006.09.022>

- Mongrain, V., Noujaim, J., Blais, H., & Dumont, M. (2008). Daytime vigilance in chronotypes: Diurnal variations and effects of behavioral sleep fragmentation. *Behavioural Brain Research, 190*(1), 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.02.007>
- Monteleone, P., Fuschino, A., Nolfè, G., & Maj, M. (1992). Temporal relationship between melatonin and cortisol responses to nighttime physical stress in humans. *Psychoneuroendocrinology, 17*(1), 81–86. [https://doi.org/10.1016/0306-4530\(92\)90078-L](https://doi.org/10.1016/0306-4530(92)90078-L)
- Myllymäki, T., Kyröläinen, H., Savolainen, K., Hokka, L., Jakonen, R., Juuti, T., Martinmäki, K., Kaartinen, J., Kinnunen, M.-L., & Rusko, H. (2011). Effects of vigorous late-night exercise on sleep quality and cardiac autonomic activity: Late-night exercise and sleep. *Journal of Sleep Research, 20*(1pt2), 146–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00874.x>
- Narkiewicz, K., Van De Borne, P., Montano, N., Hering, D., Kara, T., & Somers, V. K. (2006). Sympathetic Neural Outflow and Chemoreflex Sensitivity Are Related to Spontaneous Breathing Rate in Normal Men. *Hypertension, 47*(1), 51–55. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000197613.47649.02>
- Nedelec, M., Aloulou, A., Duforez, F., Meyer, T., & Dupont, G. (2018). The Variability of Sleep Among Elite Athletes. *Sports Medicine - Open, 4*(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0151-2>
- Nicks, C., Morgan, D., Fuller, D., & Caputo, J. (2009). The Influence of Respiratory Muscle Training Upon Intermittent Exercise Performance. *International Journal of Sports Medicine, 30*(01), 16–21. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038794>
- O'Connor, P. J., Breus, M. J., & Youngstedt, S. D. (1998). Exercise-induced increase in core temperature does not disrupt a behavioral measure of sleep. *Physiology & Behavior, 64*(3), 213–217. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(98\)00049-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(98)00049-3)
- Pizzoli, S. F. M., Marzorati, C., Gatti, D., Monzani, D., Mazzocco, K., & Pravettoni, G. (2021). A meta-analysis on heart rate variability biofeedback and depressive symptoms. *Scientific Reports, 11*(1), 6650. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86149-7>
- Reme, S. E., Eriksen, H. R., & Ursin, H. (s.d.). *Cognitive activation theory of stress—How are individual experiences mediated into biological systems?*
- Roberts, S. S. H., Teo, W.-P., & Warmington, S. A. (2019). Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 53*(8), 513–522. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099322>

- Romyn, G., Lastella, M., Miller, D. J., Versey, N. G., Roach, G. D., & Sargent, C. (2018). Daytime naps can be used to supplement night-time sleep in athletes. *Chronobiology International*, *35*(6), 865–868. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1466795>
- Russo, M. A., Santarelli, D. M., & O'Rourke, D. (2017). The physiological effects of slow breathing in the healthy human. *Breathe*, *13*(4), 298–309. <https://doi.org/10.1183/20734735.009817>
- Sales, A. T. D. N., Fregonezi, G. A. D. F., Ramsook, A. H., Guenette, J. A., Lima, I. N. D. F., & Reid, W. D. (2016). Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, *17*, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.08.001>
- Samuels, C., James, L., Lawson, D., & Meeuwisse, W. (2016). The Athlete Sleep Screening Questionnaire: A new tool for assessing and managing sleep in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(7), 418–422. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094332>
- Scheer, F. A. J. L., Morris, C. J., Garcia, J. I., Smales, C., Kelly, E. E., Marks, J., Malhotra, A., & Shea, S. A. (2012). Repeated Melatonin Supplementation Improves Sleep in Hypertensive Patients Treated with Beta-Blockers: A Randomized Controlled Trial. *Sleep*, *35*(10), 1395–1402. <https://doi.org/10.5665/sleep.2122>
- Schwartz, J., & Simon, R. D. (2015). Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiology & Behavior*, *151*, 541–544. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.08.035>
- Seals, D. R., Suwarno, N. O., & Dempsey, J. A. (1990). Influence of lung volume on sympathetic nerve discharge in normal humans. *Circulation Research*, *67*(1), 130–141. <https://doi.org/10.1161/01.RES.67.1.130>
- Simpson, N. S., Gibbs, E. L., & Matheson, G. O. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: Implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *27*(3), 266–274. <https://doi.org/10.1111/sms.12703>
- Sivik, T., & Bruscoli, M. (2013). Pain, Depression, and Anxiety: A Common Language of Human Suffering. In K. B. Koh (A c. Di), *Somatization and Psychosomatic Symptoms* (pp. 147–163). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7119-6_12
- Smits, M. G., Nagtegaal, E. E., Van Der Heijden, J., Coenen, A. M. L., & Kerkhof, G. A. (2001). Melatonin for Chronic Sleep Onset Insomnia in Children: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *Journal of Child Neurology*, *16*(2), 86–92. <https://doi.org/10.1177/088307380101600204>

- Souissi, M., Chtourou, H., Zrane, A., Cheikh, R. B., Dogui, M., Tabka, Z., & Souissi, N. (2012). Effect of time-of-day of aerobic maximal exercise on the sleep quality of trained subjects. *Biological Rhythm Research*, *43*(3), 323–330. <https://doi.org/10.1080/09291016.2011.589159>
- Spiegel, K., Leproult, R., & Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The Lancet*, *354*(9188), 1435–1439. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)01376-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01376-8)
- Stavrou, V. T., Astara, K., Toulakopoulos, K. N., Daniil, Z., Gourgoulisanis, K. I., Kalabakas, K., Karagiannis, D., & Basdekis, G. (2021). Sleep Quality's Effect on Vigilance and Perceptual Ability in Adolescent and Adult Athletes. *Journal of Sports Medicine*, *2021*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/5585573>
- Steffen, K., Pensgaard, A. M., & Bahr, R. (2009). Self-reported psychological characteristics as risk factors for injuries in female youth football. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *19*(3), 442–451. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00797.x>
- Stromberg, S. E., Russell, M. E., & Carlson, C. R. (s.d.). *Diaphragmatic Breathing and Its Effectiveness for the Management of Motion Sickness*.
- Szeinberg, A., Borodkin, K., & Dagan, Y. (2006). Melatonin Treatment in Adolescents With Delayed Sleep Phase Syndrome. *Clinical Pediatrics*, *45*(9), 809–818. <https://doi.org/10.1177/0009922806294218>
- Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., Mullington, J. M., & Dinges, D. F. (2003). The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-Response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology From Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep*, *26*(2), 117–126. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.117>
- Vanuxem, D., Badier, M., Guillot, C., Delpierre, S., Jahjah, F., & Vanuxem, P. (1997). Impairment of muscle energy metabolism in patients with sleep apnoea syndrome. *Respiratory Medicine*, *91*(9), 551–557. [https://doi.org/10.1016/S0954-6111\(97\)90089-5](https://doi.org/10.1016/S0954-6111(97)90089-5)
- Vitale, J. A., Banfi, G., Galbiati, A., Ferini-Strambi, L., & La Torre, A. (2019). Effect of a Night Game on Actigraphy-Based Sleep Quality and Perceived Recovery in Top-Level Volleyball Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(2), 265–269. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0194>
- Vitale, J. A., Banfi, G., La Torre, A., & Bonato, M. (2018). Effect of a Habitual Late-Evening Physical Task on Sleep Quality in Neither-Type Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, *9*, 1582. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01582>
- Vitale, J. A., Banfi, G., Sias, M., & La Torre, A. (2019). Athletes' rest-activity circadian rhythm differs in accordance with the sport discipline. *Chronobiology International*, *36*(4), 578–586. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1569673>

- Vitale, J. A., & Weydahl, A. (2017). Chronotype, Physical Activity, and Sport Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(9), 1859–1868. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0741-z>
- Vlahoyiannis, A., Aphas, G., Bogdanis, G. C., Sakkas, G. K., Andreou, E., & Giannaki, C. D. (2021). Deconstructing athletes' sleep: A systematic review of the influence of age, sex, athletic expertise, sport type, and season on sleep characteristics. *Journal of Sport and Health Science*, 10(4), 387–402. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.03.006>
- Wallin, B. G., Hart, E. C., Wehrwein, E. A., Charkoudian, N., & Joyner, M. J. (2010). Relationship between breathing and cardiovascular function at rest: Sex-related differences: Breathing and cardiovascular function. *Acta Physiologica*, 200(2), 193–200. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2010.02126.x>
- Watson, D., Clark, L. A., & Carey, G. (1988). Positive and negative affectivity and their relation to anxiety and depressive disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 97(3), 346–353. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.97.3.346>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Yasuma, F. (s.d.). *Respiratory Sinus Arrhythmia*.
- Youngstedt, S. D., Kripke, D. F., & Elliott, J. A. (1999). Is sleep disturbed by vigorous late-night exercise?: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(6), 864–869. <https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00015>
- Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicucci, D., Neri, B., & Gemignani, A. (2018a). How Breath-Control Can Change Your Life: A Systematic Review on Psycho-Physiological Correlates of Slow Breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 353. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>
- Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicucci, D., Neri, B., & Gemignani, A. (2018b). How Breath-Control Can Change Your Life: A Systematic Review on Psycho-Physiological Correlates of Slow Breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 353. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>
- Zee, P. C., Badr, M. S., Kushida, C., Mullington, J. M., Pack, A. I., Parthasarathy, S., Redline, S., Szymusiak, R. S., Walsh, J. K., & Watson, N. F. (2014). Strategic Opportunities in Sleep and Circadian Research: Report of the Joint Task Force of the Sleep Research Society and American Academy of Sleep Medicine. *Sleep*, 37(2), 219–227. <https://doi.org/10.5665/sleep.3384>