

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di psicologia generale DPG

Corso di laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche

Elaborato finale

Lavoro notturno e disturbi del sonno

Night work and sleep disorders

Relatore:

Prof. Nicola Cellini

***Laureando:* Davide Chignola**

***Matricola:* 2011832**

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
1. CENNI GENERALI.....	3
1.1 Il sonno.....	3
1.1.1 Sonno NREM e REM.....	4
1.1.2 Cenni di regolazione.....	6
1.2 Teoria del doppio processo.....	7
1.2.1 Gli zeitgebers.....	7
1.2.2 Doppio processo di Borbély.....	7
2. DISTURBI DEL SONNO.....	11
2.1 Disturbi dell'insonnia.....	12
2.2 Disturbi della respirazione legati al sonno.....	13
2.3 Disturbi centrali di iper-sonnolenza.....	14
2.4 Disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia.....	16
2.5 Parasonnie.....	17
2.6 Disturbi del movimento relativi al sonno.....	20
3. STUDI CORRELATI.....	23
3.1 Studio in Francia.....	23
3.2 Studio a Taiwan.....	25
3.3 Strategie preventive.....	27
4. CONCLUSIONI.....	31
5. BIBLIOGRAFIA.....	32

INTRODUZIONE

Ciò che comunemente si identifica come sonno è una caratteristica condivisa da una moltitudine di esseri viventi, è stato osservato in tutti i mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci. Il sonno è un fenomeno naturale, periodico e temporaneo che ha la peculiarità di essere reversibile oltre che ciclico. Nella razza umana il sonno si manifesta come un transitorio stato alterato di coscienza, la quale viene intesa come unione di consapevolezza (collegata all'attività della corteccia cerebrale) e attivazione (collegata all'attività del sistema reticolare ascendente), inoltre durante il sonno risultano temporaneamente compromessi la ricettività agli stimoli e la capacità di controllo sul proprio comportamento (Chokroverty, 2017).

Il fatto che il sonno sia transitorio e reversibile lo differenzia dallo stato di incoscienza patologico caratteristico del coma, nel quale è osservabile una marcata compromissione in termini di attivazione, circolazione e metabolismo cerebrale, che nel sonno presentano invece lievi alterazioni, per l'appunto, reversibili (Roth, 2004).

Con l'avanzare delle ricerche in materia si è rivelato necessario identificare nel sonno 2 distinte componenti che permettono di effettuare una categorizzazione secondo criteri misurabili, i criteri comportamentali (tabella 1.1) e i criteri fisiologici (tabella 1.2):

Per **criteri comportamentali** si intende l'insieme degli agiti attuati dalla persona che dorme, questi includono la mancanza di mobilità, la chiusura delle palpebre, una ridotta risposta agli stimoli esterni, un aumento dei tempi di direzione, una più elevata soglia di attivazione, una marcata compromissione delle funzioni cognitive, una postura di sonno caratteristica della specie e uno stato di incoscienza reversibile.

Tabella 1.1 Criteri comportamentali per la definizione dello stato di sonno.

Criterio	Sveglia	Sonno non REM	Sonno REM
Postura	Eretto, seduto o reclinato	Reclinato	Reclinato
Mobilità	Normale	Leggermente ridotta o immobile; spostamenti posturali	Moderatamente ridotta o immobile; scatti mioclonici
Risposta alla stimolazione	Normale	Lievemente o moderatamente ridotta	Moderatamente ridotta o assente
Livello di vigilanza	Vigile	Inconscio ma reversibile	Inconscio ma reversibile
Palpebre	Aperte	Chiuse	Chiuse
Movimenti oculari	Movimenti oculari da sveglia	Movimenti oculari lenti	Movimenti oculari rapidi

Note. Adattata da Chokroverty, 2017

I criteri fisiologici si basano sulle rilevazioni dell'attività elettrica, metabolica, circolatoria e respiratoria. Il sonno può essere definito come uno stato anabolico attivo che promuove ad esempio la stimolazione del sistema immunitario, i criteri fisiologici che vengono rilevati si basano sui risultati dell'elettroencefalografia (EEG, analisi e registrazione dell'attività elettrica cerebrale), dell'elettromiografia (EMG analisi e registrazione dell'attività elettrica muscolare) ed elettrooculografia (EOG analisi e registrazione dell'attività elettrica associata ai movimenti oculari)

Tabella 1.2. Criteri fisiologici per la definizione dello stato di sonno.

Criterio	Sveglio	Sonno non REM	Sonno REM
Elettroencefalografia	Onde alfa; desincronizzate	Sincronizzate	Onde theta o a dente di sega; desincronizzate
Elettromiografia (tono muscolare)	Normale	Lievemente ridotto	Da moderatamente a gravemente ridotto o assente
Elettrooculografia	Movimenti oculari da sveglio	Movimenti oculari lenti	Movimenti oculari rapidi

Note. Adattata da Chokroverty, 2017

Al fine di identificare correttamente il sonno, è opportuno effettuare una distinzione tra esso e ciò che comunemente si chiama fatica o stanchezza, la quale può essere indicata come una condizione di sostenuta mancanza di energia, impulso e motivazione. La stanchezza non condivide però alcuni criteri comportamentali e fisiologici della sonnolenza, anzi, spesso ne è una conseguenza secondaria. Il sonno è caratterizzato da diverse fasi distinguibili ed osservabili che di norma si ripetono in modo ciclico; tuttavia, non è semplice identificare il momento esatto di inizio del sonno, poiché i numerosi cambiamenti comportamentali e fisiologici avvengono gradualmente.

La sonnolenza si manifesta inizialmente con stanchezza, pesantezza delle palpebre, offuscamento percettivo e rallentamento del pensiero. All'innesco del sonno, iniziano dei movimenti oculari lenti e rotatori (dall'inglese *Slow Eye Movements*, SEMs), vi è un progressivo declino del pensiero ed è possibile esperire la visione di **immagini ipnagogiche e mioclonie ipniche** (Chokroverty, 2017).

Il risveglio dal sonno comporta una reversione dello stato di incoscienza e similamente all'innesco del sonno è un processo graduale in cui si susseguono fasi ed alterazioni tipiche, che culminano nel ritorno allo stato di veglia.

1- CENNI GENERALI

Il sonno è uno stato fisiologico dinamico e complesso, necessario per la sopravvivenza, normalmente è contraddistinto da due stadi che si alternano ciclicamente: il **sonno REM** (dall'inglese *Rapid Eye Movements*) e il **sonno non-REM** (NREM).

Tipicamente un adulto sano dorme dalle 7 alle 8 ore per notte, durante le quali queste fasi si alternano attraverso un ritmo ultradiano (ricorrente nell'arco di 24 ore) con una preponderanza della fase NREM. I processi omeostatici e circadiani sono determinanti nella regolazione del sonno e le sue fasi o la durata possono essere influenzate da molteplici fattori come età, uso di farmaci, temperatura e l'eventuale presenza di patologie. Variazioni del sonno notturno, tipicamente influenzano i periodi di sonno successivi ed il funzionamento diurno (Carskadon et al, 2011).

Durante il sonno l'attività del sistema nervoso parasimpatico aumenta mentre l'attività del sistema nervoso simpatico è simile allo stato di veglia, fatta eccezione per i periodi di sonno REM. Anche il controllo della temperatura corporea è alterato: durante il sonno NREM, la temperatura corporea viene impostata e mantenuta ad un livello inferiore rispetto a quello di veglia, contrariamente, durante il sonno REM la termoregolazione corporea è considerevolmente ridotta (Roth, 2004).

Sebbene non sia ancora del tutto chiaro il funzionamento e lo scopo del sonno, le evidenze sembrano supportare che abbia un ruolo cruciale nel recupero fisico e mentale, spesso è sufficiente un debito di sonno di poche ore per risentire di conseguenze disagiate di varia entità. Chi non riposa a sufficienza può sperimentare ad esempio una regolazione emotiva più fallace, con maggiore sensibilità allo stress, così come una minor disposizione di risorse cognitive, ciò rende un individuo stanco complessivamente meno performante e adattabile. Dormire risulta quindi fondamentale per il benessere psicofisico e la sua importanza è supportata anche dal fatto che una riduzione quantitativa e/o qualitativa del sonno, sia acuta che cronica, può intaccare significativamente la salute, aumentando il rischio di sviluppare patologie cardiovascolari, metaboliche ed immunitarie (Carskadon et al, 2011).

1.1-Il sonno

Il ciclo sonno-veglia è regolato da **ritmi circadiani**, che sono cicli biologici della durata di circa 24 ore. Questi ritmi sono strettamente collegati all'alternanza tra luce e buio e alle oscillazioni di temperatura, temperature più basse favoriscono il sonno, più alte facilitano la veglia. Questi ritmi sono coordinati da un'area del cervello chiamata nucleo soprachiasmatico (NSC), situato nell'ipotalamo.

La retina percepisce la luce e le sue variazioni, mediante il tratto retino-ipotalamico le comunica al NSC che di conseguenza regola la produzione di melatonina. La melatonina è un ormone che facilita il sonno, viene secreta dalla ghiandola pineale, garantendo che il ciclo sonno-veglia sia sincronizzato con i cambiamenti di luce e buio nell'ambiente esterno. Mantenere orari di sonno costanti rafforza i ritmi circadiani, mentre i cambiamenti frequenti, come quelli causati dal lavoro su turni o dal *jet lag*, possono sfasarli (Scammell et al, 2017).

Per quanto i meccanismi di funzionamento del sonno siano comuni a tutti gli esseri umani, è possibile osservare delle diversità, secondo svariati criteri, nel sonno da individuo a individuo. Un esempio di ciò è il fatto che il sonno umano presenta differenze osservabili e misurabili durante le varie fasi della vita (Carskadon et al, 2011).

A partire dai neonati, nei quali i cicli di sonno hanno una durata ridotta, solitamente di circa 50-60 minuti con un predominio della fase REM. Nell'arco dei primi anni di vita si osserva una sempre maggiore consolidazione del sonno durante le ore notturne, che presenta periodi di sonno NREM via via più lunghi e profondi. Durante l'adolescenza i ritmi circadiani subiscono ulteriori variazioni, nei giovani è diffusa la tendenza a tardare il ciclo sonno-veglia e ciò è influenzato da fattori biologici e sociali. Nell'età adulta invece, si tende a mantenere cicli di sonno relativamente stabili della durata di 7-8 ore per notte, anche se la qualità del sonno può variare a causa di numerosi fattori, come lo stress o l'alimentazione. Avanzando con l'età i ritmi circadiani subiscono ulteriori variazioni ed il sonno diventa più fragile, con la tendenza a frammentarsi in sonni di durata più breve, gli anziani spesso sperimentano una riduzione del sonno profondo (N3) ed un aumento dei risvegli notturni.

1.1.1-Sonno NREM e REM

Come detto in precedenza, durante il sonno si passa numerose volte dalla fase REM alla fase NREM, tipicamente una persona sana alterna questi due stadi seguendo cicli della durata di circa 90-120 minuti, ciò si ripete dalle 3 alle 6 volte per notte (si veda figura 1.1). La maggior parte del sonno (75-85%) si trascorre in fase NREM, mentre il 20-25% è occupato dal sonno REM (Roth et al, 2004). Nel Sonno NREM sono osservabili su base fisiologica 3 stadi distinti, denominati N1, N2 e N3, questa nomenclatura si è diffusa a partire dal 2007 ad opera dell'AASM (*American Academy of Sleep Medicine*). Il Sonno REM è caratterizzato dalla presenza di rapidi movimenti oculari a palpebre chiuse, insieme ad un tono muscolare notevolmente ridotto e assenza di termoregolazione, inoltre è durante questa fase che avvengono i sogni.

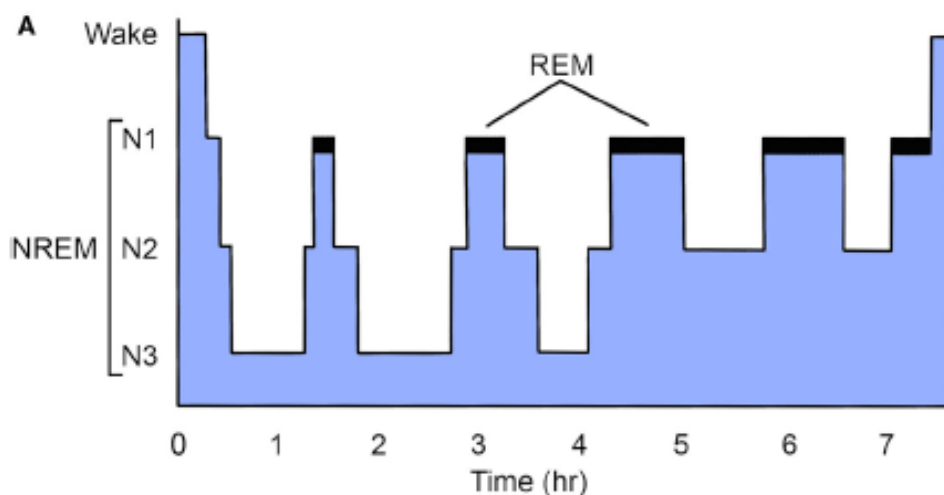


Figura 1.1 Fisiologia del sonno

Note. Tipicamente un adulto entra velocemente nella fase di sonno profondo NREM (N3), poi alterna cicli di sonno tra fase NREM e REM ogni 90 minuti. Con il progressivo ridursi della pressione omeostatica del sonno, il sonno NREM tende a diventare più superficiale, mentre gli episodi di sonno REM si prolungano. *Scammel, T. E. et al, (2017). Neural Circuitry of Wakefulness and Sleep. Neuron Review, Volume 93, Issue 4, 748*

Il sonno REM, dunque, costituisce circa il 25% del tempo totale di sonno. Durante questa fase si verificano rapidi movimenti oculari, l'attività cerebrale è simile a quella della veglia e vi è quasi totale atonia muscolare, con l'eccezione dei muscoli oculari e respiratori. Il sonno REM è strettamente associato ai sogni vividi. Nelle prime ore di sonno prevalgono gli stadi N3 (sonno profondo), mentre i cicli successivi includono periodi più lunghi di sonno REM, una registrazione EEG da un tracciato tipico "a dente di sega".

Il sonno NREM occupa circa il 75% del tempo passato a dormire e gli stadi che lo compongono vengono distinti sulla base del tracciato EEG che generano (si veda figura 1.2) (Carskadon et al, 2011):

1. **Stadio N1:** Si tratta del primo stadio di transizione dalla veglia al sonno e occupa circa il 5% del sonno totale. È caratterizzato dalla presenza di onde alfa (8-12 Hz) e theta (4-8 Hz), in questo stadio si verifica un progressivo rallentamento dell'attività cerebrale.
2. **Stadio N2:** Questo stadio comprende circa il 50% del tempo totale di sonno e si distingue per la presenza di complessi K (alto voltaggio e frequenza variabile) e fusi del sonno (treni di onde 12-16 Hz).
3. **Stadio N3:** Conosciuto come sonno profondo e presenta un tracciato a onde delta (0,5-4 Hz) che sono lente e ampie, rappresenta il sonno più riposante.

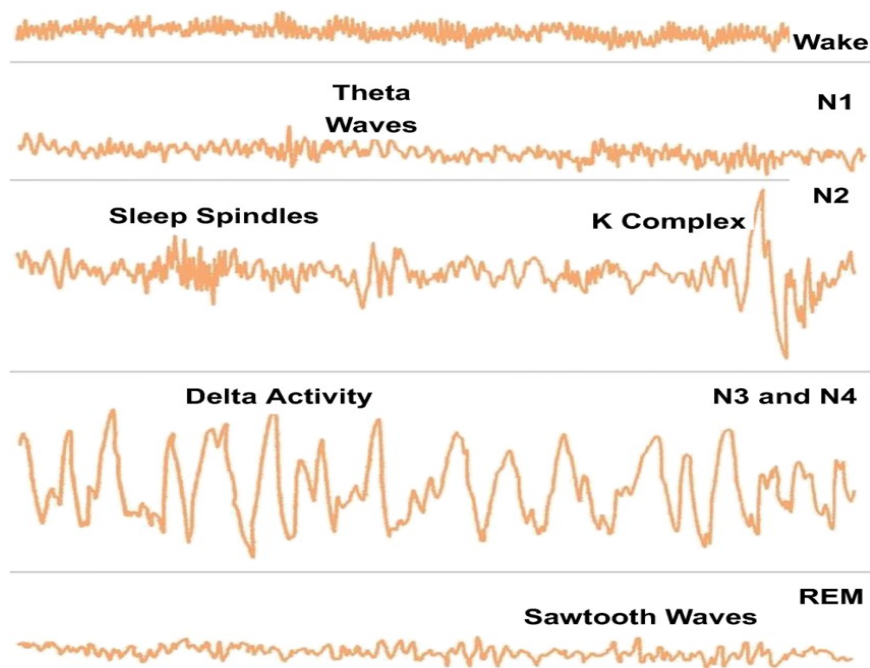


Figura 1.2 Tracciati EEG delle fasi del sonno.

Note. La figura mostra le attività elettriche cerebrali specifiche che si registrano tramite EEG durante le diverse fasi del sonno. Dutt, M., et al (2022). *SleepXAI: An explainable deep learning approach for multi-class sleep stage identification. Applied Intelligence (2023), 53, 16831. Springer.*

1.1.2-Cenni di regolazione

Nel cervello sono presenti sostanze che promuovono il sonno, chiamate somnogenici, aumentano durante la veglia e inducono il sonno, la più studiata e compresa di queste molecole è l'adenosina. I neuroni che promuovono il sonno si trovano nell'area preottica e nel proencefalo basale e sono fondamentali per l'inizio e il mantenimento del sonno NREM. (Scammell et al. 2017).

Dalla regione paramediana del mesencefalo dipartono una via dorsale diretta al talamo ed una ventrale che arriva all'ipotalamo e al proencefalo basale. La via dorsale è coinvolta nell'elaborazione talamica delle informazioni sensoriali, della risposta motoria e della cognizione, mentre quella dorsale, che include neuroni monoaminergici, colinergici e glutamatergici ha un ruolo fondamentale per la veglia (Scammell et al. 2017). Nell'area preottica ventrolaterale (VLPO) e nel nucleo preottico mediano sono presenti neuroni GABAergici responsabili della promozione del sonno, questi inibiscono i neuroni che supportano lo stato di veglia, localizzati nel tronco encefalico e nella parte caudale dell'ipotalamo. Nel nucleo sublateralodorsale (SLD) sono presenti neuroni glutamatergici strettamente coinvolti nella generazione del sonno REM e della correlata atonia muscolare. La loro attivazione inibisce i neuroni che sopprimono il sonno REM nella regione ventrolaterale della sostanza grigia periacqueduttale (vlPAG), si instaura così un equilibrio ciclico tra attivazione ed inibizione reciproca.

Questo modello è supportato da studi recenti, tuttavia è incompleto poiché i percorsi ascendenti che controllano l'attività corticale ed i sogni durante il sonno REM sono ancora poco compresi (Scammell et al, 2017).

1.2-Teoria del doppio processo

1.2.1-Gli zeitgebers

Gli animali manifestano complesse interazioni tra i propri ritmi endogeni e l'ambiente circostante, comportamenti come il sonno ne sono un esempio e tendenzialmente, hanno un andamento ritmico e ciclico. Molte funzioni biologiche si ripetono con regolarità, ma hanno durate diverse, qui entrano in gioco i ritmi circadiani, questi sono cicli temporali della durata di circa 24 ore che sincronizzano i ritmi biologici endogeni (Pittendrigh, 1981). Esiste un termine tedesco, “zeitgebers” che si può tradurre in “che scandiscono il tempo”, in etologia gli *zeitgebers* indicano dei fattori esogeni (esterni) che sono in grado di regolare l'orologio biologico interno degli organismi che vi sono esposti. Uno dei principali *zeitgebers* per l'uomo è la luce, il ciclo sonno-veglia, così come la temperatura corporea ed il conseguente sincronismo dell'orologio biologico interno, sono modulati dall'esposizione alla luce e dalla sua alternanza con il buio lungo un arco temporale di circa 24 ore.

Nel '900 Montalbini et al hanno condotto esperimenti di isolamento ambientale, quindi in mancanza di *zeitgebers*, in cui hanno dimostrato che in loro assenza i ritmi sonno-veglia e di variazione della temperatura corporea venivano mantenuti ma cambiavano di durata. Dopo 20 giorni di isolamento ambientale il ciclo sonno-veglia era di 36 ore circa, 12 di sonno e 24 di veglia, mentre l'andamento della temperatura corporea variava nell'arco di circa 25 ore. Questo fenomeno venne chiamato dissociazione interna ed evidenziò che, in assenza di *zeitgebers* i ritmi biologici possono dissociarsi e stabilirsi lungo cicli temporali distinti, rimanendo interdipendenti tra loro (Bear, Connors, Paradiso, 2016).

1.2.2-Doppio processo di Borbély

Il modello a due processi di Borbély prevede che il sonno sia regolato da due principali processi (processo S e processo C) che interagiscono e si influenzano vicendevolmente. Nel 1979 Alexander Borbély presentò la prima versione del suo modello, basata su esperimenti sui ratti dai quali si evinse che il ritmo circadiano che regola riposo e attività fosse coinvolto nella modulazione del processo di recupero che avviene durante il sonno. In questa occasione coniò il termine “**omeostasi del sonno**” al fine di: “concettualizzare l'aumento compensatorio del sonno a onde lente in relazione alla veglia

precedente.” (Borbély, 2022). Negli anni avvenire il modello si è arricchito ed ampliato, a seguito di numerosi esperimenti sugli animali e sull’uomo ed è diventato al giorno d’oggi un concetto cardine della ricerca sul sonno, fornendo una solida cornice concettuale che collega i processi omeostatici e circadiani.

Processo S – Omeostatico: si tratta di un processo omeostatico dipendente dal ciclo sonno-veglia che rappresenta una sorta di “debito di sonno” che si accumula dal momento in cui ci si sveglia, di conseguenza maggiore è il tempo passato in uno stato di veglia e maggiore sarà la pressione al sonno sperimentata (si veda figura 1.3). Il processo S raggiunge il picco di attività in corrispondenza dell’addormentamento, gradualmente cala durante il sonno ed il ciclo ricomincia con la veglia (McNamara, 2019), il processo S risulta quindi collegato al momento dell’ultimo sonno.

A livello fisiologico il processo S è collegato all’accumulo di **adenosina** (Bear, Connors, Paradiso, 2016) che è un sottoprodotto del consumo di energia da parte delle cellule durante la veglia. Questa molecola inibisce l’attività del sistema reticolare attivante (RAS), attiva i neuroni del VLPO dell’ipotalamo e ciò favorisce il sonno, viene smaltita dormendo tramite il liquido cerebrospinale, insieme ad altre sostanze nocive o di scarto (McNamara, 2016). Altri principali indicatori del processo S sono l’attività ad onde lente (*Slow Waves Activity*, SWA) rilevabile dal tracciato EEG durante il sonno NREM e l’attività a onde theta che è collegata alla veglia e rappresenta la fase ascendente del processo S (Borbély, 2022).

Processo C – Circadiano: questo processo è collegato all’attività del NSC che ha sede nell’ipotalamo, questo nucleo agisce come *pacemaker* e sincronizza le funzioni corporee seguendo un andamento ciclico lungo un arco temporale di circa 24 ore, collegato alla variazione di luce e buio (Bear, Connors, Paradiso, 2016). Il processo C è vincolato all’azione di alcuni oscillatori endogeni (come l’attività neuronale del NSC ed il ritmo circadiano individuale) ed esogeni (*zeitgebers*) e varia nell’arco della giornata, presenta picchi di attività che corrispondono alla veglia e valli di maggiore tendenza al sonno di notte, il tutto svincolato dall’ultimo sonno e quindi dal debito di sonno accumulato (si veda figura 1.3). I principali indicatori del processo C sono i ritmi della temperatura corporea e la secrezione di melatonina ad opera della ghiandola pineale (Borbély, 2016).

Secondo il modello classico i processi C ed S interagiscono in maniera discreta, la propensione al sonno o alla veglia veniva collegata alla distanza del processo S dalle soglie superiore e inferiore del processo C, tuttavia studi successivi suggeriscono che sia presente una sorta di interazione continua tra i meccanismi omeostatici del sonno e l’orologio circadiano. Mediante studi che applicano un protocollo di desincronizzazione forzata si è dimostrato che l’ampiezza dei ritmi circadiani viene modulata dalla pressione del sonno: aumenta quando la pressione del sonno è bassa e viceversa.

Similarmente, vi è corrispondenza tra i livelli di attività ad onde lente del sonno NREM e la fase circadiana in cui si verifica la veglia, il che suggerisce che il livello di SWA sia collegata all'ora del giorno in cui si verifica la veglia, oltre che dalla durata della veglia stessa (Borbély, 2016). Sebbene il modello a due fattori abbia trovato ampio riscontro e fondatezza, la ricerca è in perenne avanzamento ed il modello richiede aggiornamenti e revisioni. Una teoria recente postula una sorta di omeostasi sinaptica secondo la quale la veglia contribuisce a rafforzare alcune sinapsi mentre il sonno ne indebolisce altre, risulta inoltre che alcune sinapsi siano più coinvolte di altre da questo fenomeno, nasce così l'idea che potrebbe esistere una sorta di "sonno locale" che influenza in maniera discreta alcuni circuiti neuronali più di altri. In conclusione, gli ultimi sviluppi sembrano suggerire che a livello macroscopico l'azione dei processi C ed S è facilmente distinguibile, mentre a livello molecolare interagiscono strettamente (Borbély, 2022).

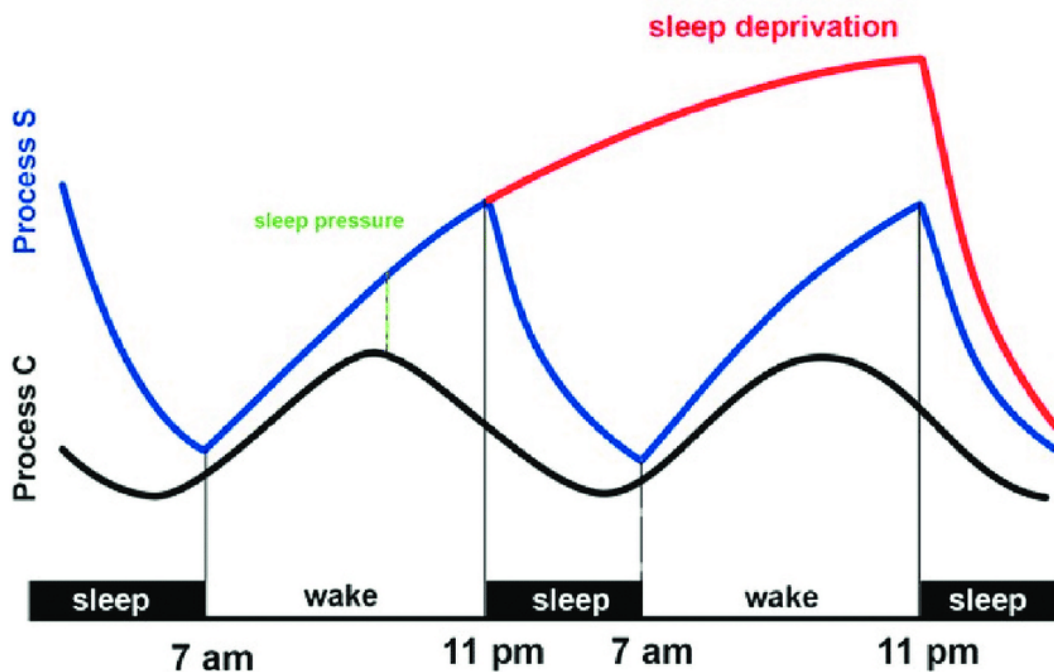


Figura 1.3 Modello a due processi della regolazione del sonno

Note. Il modello a due processi della regolazione del sonno. Il Processo C rappresenta il processo circadiano dell'attivazione, senza essere influenzato dalla privazione del sonno (nero). Il Processo S rappresenta la pressione omeostatica per il sonno (blu) e aumenta fintanto che non si dorme (rosso). La quantificazione della pressione del sonno è determinata dalla differenza tra i due processi. (Patanaik, 2015). Sher, S., et al, (2020). The Possible Role of Endozepines in Sleep Regulation and Biomarker of Process S of the Borbély Sleep Model, *Chronobiology International*, DOI: 10.1080/07420528.2020.1849252.

2-DISTURBI DEL SONNO

Nell'arco degli anni sono stati effettuati numerosi studi nell'ambito del sonno e delle patologie collegate, ciò significa che l'avanzamento delle conoscenze in materia ha posto la necessità di effettuare continue revisioni ed accorgimenti nella classificazione e definizione dei disturbi stessi. Secondo l'ultima versione del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*, redatto dall'*American Psychiatric Association (APA)* nel 2013, i disturbi del sonno sono suddivisi in 10 diverse categorie come illustrato nella tabella 2.1.

Tabella 2.1 Classificazione dei disturbi del sonno secondo il DSM-5

Disturbi del Sonno secondo DSM-5	
Disturbi dell'insonnia	Disturbo di ipersonnolenza
Narcolessia	Disturbi del sonno legati alla respirazione
Disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia	Disturbi di arousal dal sonno non-REM (NREM)
Disturbo da incubi	Disturbo del comportamento in sonno REM
Sindrome delle gambe senza riposo	Disturbo del sonno indotto da sostanze/medicinali

Note. Adattata da DSM-5, *American Psychiatric Association*, 2013.

Attualmente non vi è piena concordanza tra i criteri diagnostici applicati nel DSM-5 e la classificazione effettuata dall'AASM nel suo *International Classification of Sleep Disorders (ICSD)*, di cui è stata pubblicata la terza versione nel 2014 (Thorpy, 2017). L'AASM venne fondata nel 1975 e da allora si occupa della medicina del sonno, delineando standard clinici e diagnostici, promuovendo inoltre la ricerca e l'educazione in quest'ambito. Nelle pagine successive verranno brevemente esposti i principali disturbi del sonno seguendo la classificazione dell'ICSD-3 ed i principali metodi diagnostici che vengono usati.

Esistono diversi metodi e strumenti di indagine per diagnosticare i disturbi del sonno, tra questi i maggiormente diffusi sono:

La polisonnografia (PSG) che consiste in monitoraggio e registrazione simultanea e standardizzata di diversi parametri fisiologici durante il sonno: l'attività elettrica cerebrale (EEG), i movimenti oculari (EOG), l'attività muscolare (EMG), il ritmo cardiaco (ECG), la respirazione ed il livello di ossigenazione del sangue. La PSG fornisce informazioni dettagliate sui diversi stadi del sonno e sebbene abbia alcuni limiti, quali l'elevato costo e la complessa gestione dei risultati, si dimostra uno strumento valido nella diagnosi di patologie respiratorie correlate al sonno, narcolessia, parasonnie e disturbi del movimento correlati al sonno. (Chokroverty, 2009).

Il test di latenza del sonno multiplo (MSLT) viene usato specialmente nella diagnosi di narcolessia e sonnolenza diurna, funziona misurando il tempo necessario ad un paziente per

addormentarsi in diversi momenti della giornata, dopo una notte normale di sonno che viene monitorata mediante PSG (Chokroverty, 2009).

L'**actigrafia** sfrutta un dispositivo non invasivo ed indossabile (solitamente un bracciale) per registrare i movimenti corporei durante il sonno, per svariati giorni. Si tratta di un utile strumento di indagine per la qualità del sonno e l'analisi dei ritmi circadiani del paziente (Chokroverty, 2009).

Altri strumenti di indagine comprendono il redigere un diario del sonno, rilevazioni singole di indici fisiologici e i test di mantenimento della veglia che vengono effettuati in ambienti bui e calmi per valutare la presenza di eccessiva sonnolenza.

2.1-Disturbi dell'insonnia

L'insonnia si manifesta con difficoltà ad iniziare e mantenere il sonno o con sonno frammentato e poco riposante. Storicamente i disturbi legati all'insonnia sono stati categorizzati in più tipologie in base a diversi fattori quali durata e patofisiologia coinvolta, fino alla quarta versione del DSM l'insonnia era divisa in "primaria" e "secondaria", inoltre nella seconda versione dell'ICSD era ulteriormente suddivisa in psicofisiologica, idiopatica e paradossale.

Nel 2005 un "*consensus panel*", gruppo multidisciplinare di esperti promosso dal *National Institutes of Health* (NIH) *Consensus Development Program*, sulle manifestazioni e la gestione dell'insonnia cronica negli adulti, ha evidenziato alcune criticità sulla vigente categorizzazione dei disturbi dell'insonnia, specialmente sulla "natura delle associazioni e la direzione della causalità" nei casi di insonnia secondaria (Sateia, 2014). Inoltre, è stato osservato che il concetto di "insonnia secondaria", quindi in comorbidità con altre manifestazioni cliniche, potrebbe dar luogo ad un errato approccio terapeutico, che privilegia il trattamento della condizione primaria senza considerare i processi di base che culminano nell'insonnia (Thorpy, 2017).

All'interno dell'ICSD-3 dunque, i disturbi dell'insonnia sono stati accorpati in un'unica diagnosi di "disturbo di insonnia cronica", il che semplifica l'approccio terapeutico ma è opportuno sottolineare che ciò non esclude l'esistenza di differenze fisiopatologiche, quindi di sottotipi di insonnia, tra i casi. Questa moderna categorizzazione mette in luce che attualmente è ancora difficile distinguere le varie tipologie di insonnia e stabilire i trattamenti terapeutici personalizzati nel caso specifico (Sateia, 2014). I criteri diagnostici per il disturbo di insonnia cronica secondo l'ICSD-3 sono: difficoltà nell'iniziare il sonno o a mantenerlo, avendo circostanze ed opportunità adeguate ad attuarlo e subendo conseguenze diurne significative durante la veglia. I criteri sopracitati devono manifestarsi per almeno 3 mesi con una frequenza di minimo 3 volte alla settimana, il che permette di escludere dalla diagnosi di insonnia cronica coloro che sperimentano sonno di scarsa qualità che però non rappresenta il fulcro di un quadro clinico prominente e duraturo.

Numerosi studi hanno rilevato che chi soffre di disturbi di insonnia tende a condividere pensieri e comportamenti disfunzionali che contribuiscono alla sua insorgenza e nonostante questo disturbo sia di frequente in comorbidità con altre patologie, ad esempio la depressione o il dolore cronico, gli approcci terapeutici ai vari casi sono generalmente gli stessi. La terapia cognitivo-comportamentale si dimostra efficace nel miglioramento delle abitudini legate al sonno e nella gestione dello stress, la terapia farmacologica generalmente comprende la somministrazione di: benzodiazepine, ipnotici non-benzodiazepinici, sedativi o melatonina (Chokroverty, 2009).

2.2-Disturbi della respirazione legati al sonno

I disturbi della respirazione legati al sonno secondo l'ICSD-3 sono organizzati in 4 categorie principali: Sindrome da apnea ostruttiva del sonno (OSA), sindrome da apnea centrale del sonno (CSA), disturbi di ipoventilazione legati al sonno, disturbi da ipossiemia legati al sonno. Nel caso della OSA viene effettuata un'ulteriore distinzione tra pazienti adulti e pediatrici. Per apnea si intende una riduzione totale del flusso respiratorio, mentre viene definita ipopnea una riduzione parziale, entrambe queste condizioni si traducono in un decremento del livello di ossigeno presente nel sangue.

I criteri diagnostici per la OSA richiedono che sia presente una sintomatologia (apnee, sonnolenza, affaticamento, russamento), eventuali disturbi associati (malattie cardiache, ictus, diabete, disturbi dell'umore) e criteri polisonnografici specifici (5 o più eventi respiratori prevalentemente ostruttivi come apnee o ipopnee per ogni ora di sonno). In alternativa, la diagnosi di OSA può essere fatta anche solo rilevando una frequenza di ≥ 15 eventi ostruttivi per ora di sonno, anche se in assenza di sintomi o disturbi associati, ciò semplifica la derivazione dei dati raccolti in test effettuati al di fuori di un centro del sonno specializzato mediante la tecnica di *out of center sleep testing* (OCST) (Sateia, 2014). L'OCST, pur non rilevando parametri neurologici, è una tecnica utile e meno invasiva della PSG che permette di monitorare a domicilio alcuni parametri fisiologici come il flusso d'aria, il livello di ossigenazione del sangue e gli eventuali movimenti effettuati nel sonno, utili per le diagnosi di disturbi della respirazione collegati al sonno.

Per la diagnosi di OSA pediatrica è sufficiente la singola presenza di russamento, respirazione ostruita e/o conseguenze diurne quali iperattività o sonnolenza, mentre i criteri diagnostici polisonnografici sono: presenza di almeno 1 evento ostruttivo (apnea ostruttiva, apnea mista o ipopnea) per ogni ora di sonno o di ipoventilazione ostruttiva (PaCO_2 superiore a 50 mm Hg per una durata di almeno il 25% del tempo di sonno, abbinata a russamento, movimento paradossale toraco-addominale) (Sateia, 2014).

La CSA differisce dalla OSA per la mancanza di ostruzioni alle vie aeree, l'insorgenza del sintomo è legata ad un problema di controllo neurologico della respirazione. La CSA nell'ICSD-3

viene suddivisa in 8 categorie differenti che verranno brevemente elencate: Respirazione di Cheyne-Stokes (CSB, presenza di almeno 5 apnee centrali o ipopnee per ora di sonno che rispettano un pattern respiratorio di oscillazione tra iper ed ipoventilazione seguito da pause), apnea centrale senza CSB (dovuta a disturbi di altra natura), CSA dovuta a respirazione prolungata in alta quota (dopo permanenza prolungata ad almeno 1500m di altitudine), CSA dovuta a farmaci (non associata a CBS), CSA primaria (5 o più apnee centrali per ora di sonno, in assenza di CSB), CSA primaria del sonno infantile (apnee centrali ricorrenti e di almeno 20 secondi in neonati di almeno 37 settimane), CSA primaria della prematurità (apnee centrali ricorrenti e di almeno 20 secondi in neonati di meno di 37 settimane) ed infine CSA emergente dal trattamento (presenza di apnee o ipopnee centrali nonostante l'uso di dispositivi di pressurizzazione delle vie aeree che risolvono gli eventi ostruttivi) (Thorpy, 2017).

I disturbi di ipoventilazione legati al sonno si manifestano con un'inadeguata ventilazione polmonare durante il sonno, ciò porta ad un incremento dei livelli di anidride carbonica (CO₂) arteriosa nel sangue, a lungo termine questo accumulo può arrecare danni agli organi coinvolti, peggiora la qualità del sonno ed aumenta il rischio di eventi cardiovascolari. Per diagnosticare questo disturbo vengono rilevati i livelli di CO₂ del sangue arterioso o nell'aria espirata dai polmoni, nell'ICSD-3 è stata aggiunta la diagnosi di sindrome da ipoventilazione dovuta ad obesità come categoria a sé stante, i criteri diagnostici per quest'ultima sono: pressione parziale dell'anidride carbonica (PaCO₂) > 45 mmHg ed un indice di massa corporea (BMI) > 30 (Sateia, 2014).

Nell'ICSD-3 il disturbo da ipossia legato al sonno si manifesta con una riduzione del livello di saturazione dell'ossigeno arterioso (<88% per più di 5 minuti durante il sonno) abbinato ad un'assenza di incremento significativo dei livelli di CO₂, è stato quindi separato per criteri diagnostici dai disturbi di ipoventilazione (Sateia, 2014).

2.3-Disturbi centrali di ipersonnolenza

I disturbi centrali di ipersonnolenza si manifestano con eccessiva sonnolenza diurna e frequenti episodi di addormentamento involontario, dove il tutto non è attribuibile ad altri disturbi del sonno e spesso vengono associati ad un malfunzionamento a carico del sistema nervoso centrale (SNC) nel controllo del ciclo sonno-veglia (Sateia, 2014). Recentemente sono stati identificati 3 sottotipi di questi disturbi: Narcolessia di tipo 1 e di tipo 2 e ipersonnia idiopatica; al fine di diagnosticare tali disturbi è opportuno effettuare un MSLT che misura il tempo necessario all'addormentamento di giorno in un ambiente rilassato, nel caso di risultati inferiori a 8 minuti è possibile effettuare la diagnosi di ipersonnia idiopatica o narcolessia (Khan et al, 2015).

Prima di approfondire le differenze tra i vari sottotipi di questo disturbo è opportuno parlare dell'ipocretina (o orexina), questa molecola è stata identificata nel 1998, viene prodotta nell'ipotalamo ed è coinvolta nella regolazione dei cicli sonno-veglia e del sistema nervoso autonomo (SNA), mediante l'influenza dei sistemi istaminergici, noradrenergici, serotoninergici e colinergici. Bassi livelli di questa molecola nel fluido cerebrospinale vengono rilevati nella quasi totalità (90%-95%) dei pazienti che soffrono di narcolessia con cataplessia (Khan et al, 2015).

Un ulteriore fattore diagnostico di tali disturbi è la presenza di addormentamento in REM (dall'inglese *sleep onset REM period*, **SOREMP**) che inquadra la rilevazione di episodi di sonno REM entro i primi 15 minuti di sonno quando, di norma, il primo sonno REM non avviene prima di circa 90 minuti dall'addormentamento.

Narcolessia di tipo 1 e 2 differiscono per i livelli di ipocretina misurati nel fluido cerebrospinale (ridotti nel tipo 1 e normali nel tipo 2) e per la presenza o meno di cataplessia di entità variabile (presente nel tipo 1 e assente nel tipo 2). La cataplessia è un disturbo che porta ad una perdita improvvisa di tono muscolare che arriva fino all'atonia totale nei casi di più grave entità, solitamente è associata a forti emozioni ed al mantenimento dello stato di coscienza (come se il corpo dormisse ma la mente fosse sveglia). Nei bambini la narcolessia si può manifestare in maniera leggermente diversa, ad esempio con numerosi sonnellini diurni ed una compromissione della mimica facciale durante gli episodi cataplessici (Khan et al, 2015).

L'ipersonnia idiopatica è un sottotipo di disturbo centrale di ipersonnolenza che ancora non ha un inquadramento o una causa certi (per questo definita idiopatica), attualmente si può diagnosticare qualora coesistano i seguenti criteri: Forte sonnolenza, valore medio inferiore a 8 minuti in un MSLT con meno di 2 SOREMP (contando anche la PSG effettuata la notte precedente), assenza di cataplessia, nessun deficit di ipocreatina e nessuna altra causa identificabile. Dovessero mancare questi criteri è comunque possibile fare una diagnosi di ipersonnia idiopatica se un paziente sperimenta un tempo di sonno medio uguale o superiore a 660 minuti (11 ore di sonno) (Sateia, 2014). Va sottolineata l'esistenza di altri 2 principali disturbi centrali di ipersonnolenza:

La Sindrome di Kleine-Levin è una forma rara e ricorrente di ipersonnia che si manifesta con sonnolenza estrema per un periodo che va da pochi giorni fino a 5 settimane, almeno ogni 18 mesi e potenzialmente si abbina a deficit cognitivi, percettivi e comportamentali.

La sindrome da sonno insufficiente inquadra invece una condizione di riduzione del sonno in termini quantitativi che dura per minimo 3 mesi e che migliora con un'estensione adeguata del tempo di sonno.

Numerose ricerche hanno evidenziato come siano coinvolti fattori genetici e ambientali nell'insorgenza di queste patologie, si è scoperto infatti che esiste una predisposizione genetica alla

narcolessia con un rischio molto elevato nei parenti di primo grado di pazienti affetti e nonostante questo, studi su gemelli monozigoti hanno trovato una concordanza di appena il 25%-31%, il che lascia intendere che concorrano importanti fattori ambientali nell'insorgenza di tali disturbi (Khan et al, 2015).

Il trattamento dei disturbi centrali di ipersonnolenza si concentra solitamente sul diminuire e rendere più gestibile la sonnolenza diurna, mediante la somministrazione di farmaci stimolanti come il Modafinil, nella gestione della cataplessia associata a narcolessia di tipo 1 si usa invece il sodio oxibato, inoltre una routine sana del sonno e programmare dei sonnellini nell'arco della giornata possono aiutare alcuni pazienti (Khan et al, 2015).

2.4-Disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia

Questa categoria racchiude 6 sottotipi di disturbi che presentano una conflittualità significativa tra il ritmo circadiano endogeno (orologio biologico) ed il ciclo sonno-veglia attuato o quantomeno desiderato dalla persona che ne soffre, questo accorpamento è stato realizzato al fine di esaltare il fatto che le modificazioni fisiologiche conseguenti da queste patologie sono rilevabili durante l'intero arco di 24h e non solo nel periodo sonno-veglia (Thorpy, 2017). La sintomatologia di chi soffre di questi disturbi può essere varia, specialmente per quanto riguarda la comparsa di possibili deficit conseguenti all'alterazione circadiana, tipicamente insonnia e/o eccessiva sonnolenza sono presenti e significativi, così come lo è il vissuto di disagio conseguente.

I criteri diagnostici generali per questa categoria includono, oltre al vissuto di disagio e la presenza di disturbi di insonnia e/o sonnolenza eccessiva, uno schema cronico e perpetuato di alterazione del ritmo circadiano endogeno che porta ad una desincronizzazione del ciclo sonno-veglia. Ai fini diagnostici è necessario che la sintomatologia sia presente per un minimo di 3 mesi, fatta eccezione per il disturbo da *jet leg*, ci sono poi alcune differenze specifiche tra i vari sottotipi di disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia.

Alcuni strumenti possono facilitare la diagnosi pur non essendo strettamente necessari, ne sono un esempio l'actigrafia, i diari del sonno e la misurazione della produzione di biomarcatori circadiani come la melatonina in condizioni di luce dimessa. Viene incoraggiata la somministrazione di test come il *Morningness-Eveningness Questionnaire*, questo è utile per indagare quale sia il cronotipo del paziente coinvolto, che può essere mattutino, serotino o intermedio, il cronotipo riflette i ritmi circadiani individuali ed aiuta a comprendere quando si è maggiormente attivi o stanchi durante la giornata. Prevede la somministrazione di domande in cui si valutano preferenze personali relative agli orari di addormentamento e di veglia, in quale momento della giornata un individuo è più produttivo e vigile, quando preferisce fare attività fisica o cognitiva e via dicendo (Sateia, 2014).

Verranno ora brevemente elencati i sottotipi di disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia che, pur avendo gli stessi criteri diagnostici generali (trattati in precedenza), presentano differenze specifiche tra loro (Thorpy, 2017).

Disturbo da fase del sonno ritardata: Caratterizzato da un significativo slittamento in avanti degli orari di sonno e veglia convenzionalmente ritenuti adeguati, il paziente fatica a prendere sonno in orari consoni pur riuscendo ad avere sonno di qualità quando ha la possibilità di dormire. Per la diagnosi specifica servono almeno 7 giorni di ritardo sugli orari abituali di sonno e veglia.

Disturbo da fase del sonno anticipata: Opposto rispetto al precedente, presenta quindi uno slittamento significativo in indietro, per la diagnosi specifica servono almeno 7 giorni di anticipo sugli orari abituali di sonno e veglia.

Disturbo del ritmo sonno-veglia irregolare: Caratterizzato dall'assenza di un ciclo sonno-veglia definito e unico, in favore di molteplici episodi di sonno frammentato durante le 24h, spesso si associa a demenze. La diagnosi specifica richiede un minimo di 3 episodi di sonno frammentato in una sola giornata.

Disturbo del ritmo sonno-veglia libero: Caratterizzato dalla totale desincronizzazione del ciclo sonno-veglia con l'arco temporale di 24h, causando un progressivo slittamento in avanti dell'orario di sonno, spesso osservabile in individui non vedenti che quindi non possono beneficiare della regolazione circadiana esogena ad opera della luce. La diagnosi specifica richiede che sia documentato, per minimo 2 settimane, un progressivo slittamento del ciclo sonno-veglia.

Disturbo da lavoro su turni: Coinvolge i lavoratori su turni, specialmente se sottoposti a lavoro notturno e/o rotazione dei turni su orari variabili, si manifesta con marcata sonnolenza nelle ore di veglia e difficoltà nell'addormentarsi quando si ha la possibilità di dormire, frequentemente abbinate ad una ridotta capacità di concentrazione e maggiore irritabilità causate dalla cronica privazione di sonno. Per la diagnosi specifica i sintomi devono essere strettamente legati al programma di lavoro e interferire con la vita quotidiana, inoltre va valutata la presenza di una significativa discrepanza tra il ritmo sonno-veglia interno del paziente e gli orari di lavoro, mediante 2 documentazioni tramite actigrafia (per confermare l'irregolarità del sonno del paziente) o diari del sonno per minimo 7-14 giorni (incluso giorni lavorativi e di riposo) del ciclo sonno-veglia, possibilmente abbinate ad una misurazione dell'esposizione alla luce.

Disturbo da jet lag: Si manifesta a seguito dell'attraversamento di svariati fusi orari in un breve periodo di tempo, con sonnolenza e difficoltà all'addormentamento, per la diagnosi specifica è richiesto che i sintomi si manifestino entro massimo 2 giorni dal viaggio che ha attraversato almeno 2 fusi orari.

2.5-Parasonnie

Le parasonnie sono una categoria di disturbi che comprende comportamenti anomali ed esperienze indesiderate, oltre che potenzialmente pericolose, le quali possono verificarsi all'inizio, durante o alla fine del sonno, spesso sono associati a fattori genetici o ambientali (Chokroverty, 2009). Secondo l'ICSD-3 sono suddivisibili in 3 gruppi: Parasonnie associate al sonno non-REM, parasonnie associate al sonno REM ed altre parasonnie. Sono condizioni potenzialmente pericolose che si manifestano in un'ampia varietà di comportamenti motori, vocali ed emotivi senza che vi sia consapevolezza o intenzionalità da parte del soggetto, che interrompono il normale ciclo di sonno dissociandolo dalla veglia.

Le parasonnie NREM tendono a manifestarsi con risvegli incompleti dalla fase N3 (sonno a onde lente), durante i quali un individuo mostra limitate cognizione e risposta agli stimoli, accompagnati da disorientamento ed amnesia (parziale o completa) al risveglio. Questa categoria di disturbi condivide come fattori scatenanti la frammentazione del sonno ed un aumento della pressione del sonno, oltre alla possibile comorbidità con altri disturbi come l'apnea ostruttiva del sonno (Irfan et al, 2021). Sono divisi in sottotipi, definiti anche disturbi dell'*Arousal* (eccitazione), brevemente descritti di seguito:

- **Risvegli confusionali:** Chi ne soffre sperimenta disorientamento al risveglio dal sonno NREM, accompagnato solitamente da vocalizzazioni inadeguate e amnesia, può durare da pochi minuti fino ad un'ora (associato all'uso di sedativi ipnotici) ed essere abbinato a comportamenti aggressivi. Ne sono un sottotipo ulteriore la *sexsomnia* (comportamenti sessuali amnesici ricorrenti nel sonno) ed il disturbo alimentare correlato al sonno (SRED) che si manifesta con episodi di alimentazione notturna disfunzionale, spesso accompagnati da amnesia (Irfan et al, 2021).
- **Sonnambulismo:** Sostanzialmente si presenta come una forma di deambulazione non intenzionale e dissociata dalla coscienza che avviene al risveglio, tipicamente il soggetto mette in atto comportamenti inappropriati ed un tentativo di risveglio potrebbe aggravare il disorientamento percepito, si accompagna spesso ad amnesia.
- **Terrore notturno:** Si tratta di episodi in cui il soggetto si trova in uno stato di angoscia e profonda paura, iniziano solitamente con un urlo improvviso seguito da un'attivazione del sistema nervoso autonomo. Sebbene sia maggiormente presente nei bambini e tenda a scomparire con l'avanzare dell'età, possono sperimentarlo anche gli adulti.

Le parasonnie REM sono più frequenti negli adulti ed a differenza dei disturbi dell'*Arousal* sono spesso in comorbidità con patologie neurologiche o psichiatriche. Si manifestano con una dissociazione tra il sonno REM e la veglia, oppure con una disregolazione cognitivo-emozionale

(disturbo da sogni) che avviene durante la fase REM, la quale è contraddistinta da un alto livello di attività cerebrale (Sateia, 2014). Sono suddivise nei seguenti sottotipi:

- Il **disturbo comportamentale del sonno REM (RBD)** è contraddistinto dalla messa in scena del sogno da parte del soggetto, il quale attua vocalizzazioni e movimenti complessi, il tutto associato a mancanza di atonia muscolare durante la fase REM. Viene diagnosticata tramite documentazione polisonnografica dell'assenza di atonia muscolare abbinata alla segnalazione di episodi di messa in scena del sogno (Thorpy, 2017).
- La **paralisi del sonno isolata ricorrente (RISP)** è una condizione in cui il soggetto si sveglia durante la fase di sonno REM e non è in grado di muoversi per un lasso di tempo che varia da pochi secondi fino ad alcuni minuti. Spesso è correlata alla visione di allucinazioni ipnagogiche visive, uditive e tattili, unito all'impossibilità di muoversi volontariamente, il che può causare angoscia e paura.
- Il **disturbo da incubi notturni** comporta sogni estremamente vividi e spaventosi in cui tipicamente si sperimenta una sensazione di minaccia alla propria incolumità, tendenzialmente sono accompagnati da forte ansia e timore. Solitamente gli incubi sono seguiti da un rapido risveglio e diversamente da quanto accade nel caso dei terrori notturni (che avvengono durante la fase NREM), il soggetto al risveglio ricorda chiaramente il contenuto dell'incubo. Viene stimato che circa l'80% di chi soffre di disturbo post traumatico da stress (PTSD) sperimenta incubi notturni ricorrenti (Thorpy, 2017).

Altre parasonnie: Questa sezione include disturbi del sonno che hanno caratteristiche peculiari ma non rientrano appieno nelle categorie sopracitate, sebbene siano meno frequenti possono essere altamente impattanti sulla qualità del sonno e sulla salute generale di chi ne soffre. Verranno brevemente elencati a seguire:

- La **sindrome della testa che esplode (EHS)** si presenta con la percezione di un forte rumore improvviso (senza una causa esterna) e la sensazione di percepire un'esplosione all'interno della testa, può generare un vissuto di ansia anche se tipicamente non si percepisce dolore, accade al risveglio o poco prima dell'addormentamento.
- Le **allucinazioni legate al sonno** sono allucinazioni percettive complesse e vivide, possono essere visive, uditive e tattili, oltre che ipnagogiche (durante l'addormentamento) o ipnopompiche (al risveglio). Sebbene non causino dolore né siano pericolose di per sé, possono risultare spaventose per i soggetti che le vivono.

- L' **enuresi notturna** comporta un' involontaria emissione di urina durante il sonno che avviene almeno 2 volte alla settimana in soggetti che dovrebbero aver già acquisito il controllo della vescica, di età superiore ai 5 anni.

La diagnosi delle parasonnie si basa sulle rilevazioni polisonnografiche di comportamenti peculiari e anomalie durante il sonno, unite ai resoconti familiari del paziente ed alla sua storia clinica. Il trattamento tipicamente si concentra sul tutelare la sicurezza del paziente riducendo i rischi di lesioni accidentali durante gli episodi, mediante l'evitamento di potenziali fattori scatenanti a monte (fattori ambientali stressogeni o uso di farmaci sedativo-ipnotici) e attuando comportamenti che mettono in sicurezza l'ambiente notturno, insieme alla terapia cognitivo comportamentale e l'eventuale assunzione di farmaci come le benzodiazepine (sonnambulismo e terrori notturni) ed il pramipexolo (SRED) (Irfan et al, 2021).

2.6-Disturbi del movimento relativi al sonno

Questa categoria di disturbi del sonno comprende condizioni patologiche caratterizzate dalla messa in atto di movimenti stereotipati semplici (a differenza delle parasonnie) che si verificano durante il sonno, compromettendone la qualità e di conseguenza il funzionamento diurno, inoltre, spesso si correlano ad insonnia e sonnolenza eccessiva (Sateia, 2014). Ne esistono 7 sottotipi principali, esclusi i sintomi isolati e le varianti normali:

Sindrome delle gambe senza riposo (RLS): Viene denominata anche malattia di Willis-Ekbom, chi ne soffre sperimenta un irrefrenabile impulso a muovere le gambe accompagnato da sensazioni spiacevoli e disestesie. La sintomatologia si manifesta a riposo e si allevia notevolmente con il movimento, per diagnosticare questo disturbo è necessario escludere altre patologie con manifestazioni simili (artrite e mialgie ne sono un esempio) ed il paziente deve presentare forte disagio insieme ad una significativa compromissione funzionale durante la veglia.

Disturbo da movimenti periodici degli arti (PLMD): Si manifesta in movimenti ripetitivi degli arti inferiori durante il sonno, rilevati tramite polisonnografia, ai fini diagnostici questa sintomatologia deve presentarsi con una frequenza superiore a 5 episodi all'ora nei bambini e 15 negli adulti, inoltre deve essere accompagnata da un peggioramento della qualità del sonno ed una compromissione funzionale durante la veglia, in assenza di altre patologie.

Crampi muscolari legati al sonno: Sono contrazioni involontarie e dolorose che tendenzialmente coinvolgono polpacci o piedi e si verificano durante il sonno, possono essere alleviati distendendo il muscolo coinvolto e sono relativamente benigni, sebbene possano disturbare in maniera significativa il sonno, compromettendone l'efficacia.

Bruxismo notturno: Questo disturbo si concretizza nel digrignare i denti e/o serrare strettamente le fauci durante il sonno, con potenziali danni alla dentatura, alla mandibola e con conseguente affaticamento accompagnato a cefalea al risveglio. Viene diagnosticato monitorando l'attività del muscolo massetere mediante polisonnografia.

Disturbo del movimento ritmico legato al sonno (RMD): Caratterizzato da movimenti ritmici e stereotipati di grandi gruppi muscolari nel sonno, che ne abbassano la qualità e potenzialmente portano a lesioni involontarie. Questo disturbo è più comune nei bambini rispetto agli adulti.

Mioclono propriospinale ad inizio sonno (PSM): Si verifica nei momenti di sonnolenza e veglia rilassata con contrazioni improvvise di addome, tronco e collo che tendono a scomparire durante il sonno profondo o un aumento del livello di attivazione mentale, concorrono all'insorgenza di altri disturbi del sonno come l'insonnia.

Mioclono benigno del sonno dell'infanzia (BSMI): Si tratta di movimenti rapidi ed involontari che si verificano esclusivamente durante il sonno e che coinvolgono grandi gruppi muscolari nei bambini fino ai sei mesi di età.

3-STUDI CORRELATI

L'avanzamento della società umana ha portato numerosi cambiamenti alla quotidianità delle persone, sotto svariati aspetti e nell'ambito lavorativo è sorta la necessità di sostenere ritmi produttivi sempre più esigenti ed estesi. Molteplici sono gli ambiti occupazionali dove si è reso necessario un maggiore investimento di tempo, rispetto alla tradizionale giornata lavorativa di 8 ore che non collima con le esigenze produttive di numerose realtà lavorative, in questi casi ciò si traduce nella necessità di avere una forza lavoro presente per periodi di tempo più lunghi. Per far fronte a questa necessità, numerose realtà lavorative richiedono ai propri dipendenti di svolgere il proprio lavoro seguendo una turnazione di orari, così da garantire una presenza produttiva costante nell'arco delle 24 ore.

Il lavoro prettamente notturno o su turni a rotazione si è sempre più diffuso negli ultimi decenni ed in parallelo è cresciuto anche l'interesse per come questo tipo di abitudini lavorative possa impattare la salute ed il benessere di chi ne è soggetto. Sono state svolte numerose ricerche in merito in cui si evidenzia una marcata prevalenza di disturbi del sonno e complicazioni correlate nelle popolazioni di lavoratori su turni, specialmente notturni. Queste categorie di lavoratori tendono inoltre ad essere maggiormente esposte allo stress e statisticamente, subiscono più infortuni e fanno più assenze per malattia rispetto a chi lavora su turni diurni fissi (Schwartz, Roth, 2006). A seguire verranno presentati 2 studi distinti, svolti a distanza di circa 10 anni in 2 diverse nazioni, aventi in comune il fatto di aver indagato e rilevato la prevalenza di disturbi del sonno in diverse popolazioni di lavoratori su turni, in seguito verranno descritti i risultati di uno studio recente ed esaustivo che mette in luce le opportunità di intervento e di ottimizzazione del sonno per i lavoratori notturni.

3.1-Studio in Francia

Nel 2002 Maurice Ohayon e collaboratori hanno condotto uno studio il cui obiettivo era di rilevare e misurare la presenza e le conseguenze di disturbi del sonno in una specifica popolazione di lavoratori. I ricercatori hanno selezionato un campione di 817 dipendenti dell'ospedale psichiatrico Vinatier, situato a Bron in Francia, comprendente personale sanitario, tecnico, amministrativo e di supporto. Ai partecipanti è stato sottoposto un questionario, il quale ha portato alla loro suddivisione in gruppi in base ai turni di lavoro, secondo la seguente classificazione:

- **turni diurni fissi** (n=442), include chi lavora sempre di giorno con orari fissi;
- **turni diurni a rotazione** (n=323), include chi lavora su turni variabili mattutini e pomeridiani;
- **turni notturni o lavoro su turni variabili** (n=52), include chi lavora principalmente di notte o su turni che includono periodi notturni.

Durante l'orario di lavoro 2 medici hanno sfruttato una stanza apposita per intervistare i partecipanti usando il sistema Sleep-EVAL al fine di raccogliere dati clinici per ottenere un immediato quadro diagnostico. Il sistema Sleep-EVAL consiste in uno strumento diagnostico computerizzato che somministra un questionario strutturato ed adattativo in base alle risposte date, è pensato per offrire un supporto nell'identificazione preliminare dei disturbi del sonno; tuttavia, è opportuno sottolineare che ai tempi della realizzazione di questo studio vennero seguiti i criteri diagnostici stabiliti da DSM-IV e ICSD-2, entrambi nella versione immediatamente precedente a quella attualmente in vigore. Mediante il questionario sopracitato sono stati valutati differenti criteri che indagano principalmente 4 aree di interesse: La durata del sonno nelle 24 ore precedenti, la presenza di difficoltà ad addormentarsi, eventuale sonnolenza diurna eccessiva ed infine il numero di incidenti sul lavoro e assenze per malattia effettuati. A seguito della raccolta di informazioni sono state svolte indagini statistiche che hanno analizzato presenza, impatto e conseguenze dei disturbi del sonno, le metodologie applicate ed i loro risultati verranno descritte a seguire, nella Figura 3.1 si riporta la prevalenza di disturbi del sonno rilevati nei gruppi di lavoratori.

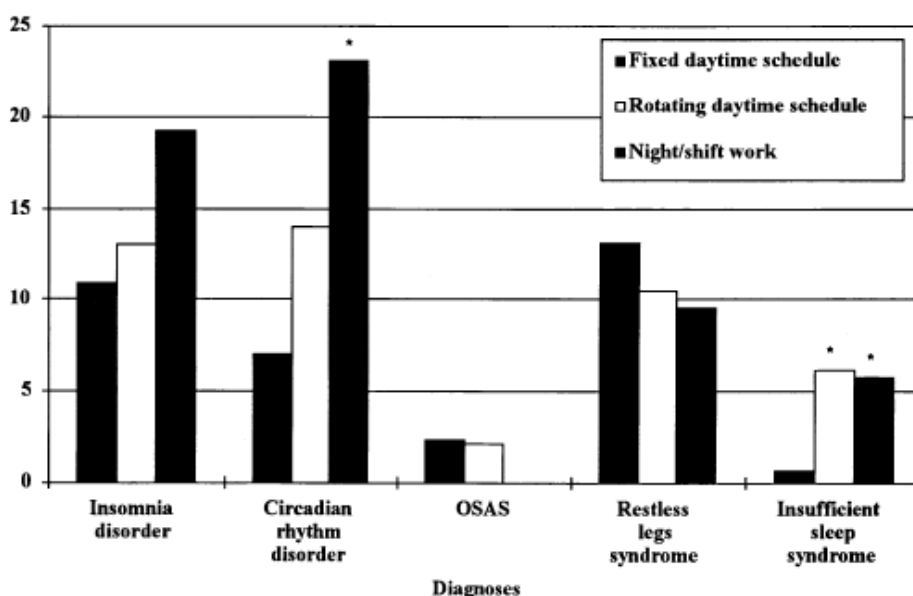


Figura 3.1 Diagnosi di disturbi del sonno

Note. Vengono raffigurate le diagnosi di disturbi del sonno suddivise per i tipi di turno di lavoro. * $P < 0,01$ rispetto al gruppo con turno diurno fisso. Tratto da *Ohayon et al. (2002)*.

I ricercatori hanno rilevato anzitutto una marcata differenza in termini di età e genere nei gruppi di lavoro: i lavoratori con turni diurni a rotazione erano più giovani, con un'età media di 37,6 anni rispetto a 42 per i turni diurni fissi e 41,4 per quelli notturni; la distribuzione di genere non era uniforme, avendo una maggiore presenza femminile nei turni a rotazione diurni (78,6%) rispetto ai gruppi notturni (59,6%) e diurni fissi (68,1%). Dati alla mano si evidenzia una maggiore difficoltà nel prendere sonno nel gruppo di lavoro diurno a rotazione (20,1%) rispetto ai colleghi diurni (12%)

e notturni (13,5%) abbinata ad una maggiore sensazione di sonnolenza durante il turno di lavoro (29% rispetto a 12% e 19%), questo correla positivamente con il numero di incidenti sul posto di lavoro e con le assenze per malattia, in entrambi i casi i lavoratori su turni a rotazione diurni presentano percentuali più elevate rispetto alle controparti (seguiti dai lavoratori su turni notturni). Per quanto riguarda la prevalenza di disturbi del sonno (si veda Figura 3.1) i lavoratori notturni presentano più frequentemente disturbi del ritmo circadiano e di insonnia, mentre non si evidenziano differenze significative nella diagnosi di OSA e sindrome delle gambe senza riposo. Infine, viene rilevata in misura simile nei gruppi di lavoro diurni a rotazione e notturni la sindrome da sonno insufficiente. Complessivamente, questo studio ha evidenziato già più di 20 anni fa alcune criticità per la salute che risultano correlate allo svolgere un lavoro su turni variabili, tanto che più della metà (51,5%) dei lavoratori su turni a rotazione che ha preso parte a questo studio, ha successivamente dichiarato di percepire che il proprio lavoro ha un impatto negativo sul proprio benessere.

3.2-Studio a Taiwan

Nel 2016 Wan-Ju Cheng e Yawen Cheng hanno pubblicato uno studio trasversale (di tipo osservazionale, senza intervento sperimentale e con una singola raccolta di dati in un momento specifico) che ha sfruttato i dati raccolti da un'indagine nazionale e rappresentativa dei lavoratori di Taiwan fatta nel 2013 (23.574 lavoratori coinvolti). Lo scopo di questo studio era di valutare gli effetti del lavoro su turni sulla salute dei lavoratori ed indagare la presenza di eventuali differenze basate sul genere. Vennero selezionati 16.440 dipendenti di età compresa tra i 20 ed i 65 anni, suddivisi in base al tipo di turno di lavoro e per genere. Sono stati identificati 4 gruppi in base alla turnazione lavorativa (e 2 macro-gruppi dati dall'essere di genere maschile o femminile): turno diurno fisso, turno diurno a rotazione, turno notturno fisso e turno notturno a rotazione.

A seguito della creazione dei gruppi in esame, i ricercatori hanno raccolto dati inerenti al sonno ed allo stato di salute mentale dei partecipanti allo studio. Tramite un questionario auto compilato sono state raccolte informazioni che hanno permesso di distinguere anzitutto chi soffriva di insonnia (riportando difficoltà a prendere sonno nella settimana precedente) e chi non dormiva abbastanza (<7 ore al giorno in base alla media della popolazione di $7,1 \pm 1,1$ ore).

Per valutare la presenza di *burnout* è stata somministrata una versione culturalmente adattata di una delle 3 scale di misurazione del *burnout* del *Copenhagen Burnout Inventory* (CBI) (Kristensen et al, 2005), nello specifico quella relativa al *burnout* personale (le altre 2 indagano *burnout* lavorativo e legato all'utenza) le cui risposte erano fissate su una scala a 5 punti: "sempre" (100), "spesso" (75), "talvolta" (50), "non spesso" (25) e "mai" (0) dove una media >50 corrisponde alla presenza di *burnout*. Infine, i ricercatori hanno rilevato la presenza di disturbi mentali di lieve entità tramite il

Brief Symptom Rating Scale – 5 items (BSRS-5) (Lee et al, 1997), trattasi di uno strumento di screening preliminare non diagnostico che include sintomi predittori e serve a valutare la presenza di disagio mentale significativo, al fine di orientare verso un approccio clinico mirato. Questo questionario è formato da soli 5 *item*, ciascuno riguarda uno specifico sintomo e indaga dimensioni quali ansia, depressione, ostilità, sensibilità interpersonale e sintomi aggiuntivi. Le possibili risposte sono su scala Likert da 0 a 4 punti che misura frequenza o intensità dei sintomi esperiti (da 0 “per nulla” a 4 “estremamente”), in questo studio è stato chiesto ai partecipanti con quanta intensità avessero sperimentato nelle settimane precedenti le seguenti condizioni: tensione e nervosismo (1), umore deflesso (2), irritabilità (3), senso di inadeguatezza rispetto agli altri (4), difficoltà ad addormentarsi (5). In questo studio, un punteggio BSRS-5 ≥ 6 è stato considerato indicativo della presenza di disturbi mentali minori con sufficiente sensibilità.

Le indagini statistiche condotte da Wan-Ju Cheng e Yawen Cheng hanno evidenziato una tendenza di maggiore disagio e presenza di sintomi nei lavoratori su turni notturni, risulta infatti che i lavoratori notturni, in maggior misura per coloro che hanno turni notturni fissi, mostravano risultati peggiori in termini di durata del sonno, di livelli di *burnout* e di prevalenza di disturbi del sonno e problemi mentali minori. Nello specifico hanno rilevato che la durata di sonno medio è inferiore alle 7 ore per i lavoratori su turni notturni fissi, rispetto ad una media di 7,32 ore per i lavoratori a turni diurni, inoltre quasi il doppio dei lavoratori notturni fissi riporta sintomi di insonnia rispetto ai colleghi diurni (22,8% in confronto a 12,6%), i lavoratori su turni notturni a rotazione si collocano a metà via con un 18%. Anche la prevalenza di sintomi associati al *burnout* è considerevolmente maggiore nei lavoratori notturni fissi, con un punteggio medio di 34,5 rispetto a 28,1 per i lavoratori diurni fissi (32,4 per i lavoratori notturni a rotazione) infine, anche la presenza di disturbi mentali minori segue questo andamento, con una presenza degli stessi nel 24,2% dei lavoratori notturni fissi contro al 15,3% dei lavoratori diurni fissi, mentre nei lavoratori notturni a rotazione la percentuale è di 20,9%.

A seguito di un'analisi di regressione logistica multivariata, gli autori hanno calcolato i fattori di rischio predittivi da cui risultano degli *odd ratio* (OR), che indicano sostanzialmente di quanto aumenta il rischio che si verifichi la condizione presa in esame, rispetto ad un gruppo di riferimento. Ad esempio, è stato calcolato che le lavoratrici su turni notturni fissi hanno un rischio maggiore di 4,33 volte (quindi OR=4,33) di avere un sonno <7 ore al giorno rispetto alle colleghe diurne fisse, gli uomini nelle medesime condizioni hanno invece un OR=2,09. Risulta che anche il rischio di insonnia è significativamente più elevato nel caso di turni notturni fissi (2,22 per le donne e 1,61 per gli uomini), allo stesso modo l'incidenza di problemi mentali minori ed il rischio di *burnout* è maggiore nelle donne che lavorano su turni notturni, specialmente se fissi. Questa tipologia di lavoratrici

presenta infatti un OR di 1,94 per il rischio di *burnout* e 1,90 per l'incidenza di problemi mentali minori rispetto alle colleghe diurne fisse, mentre per gli uomini si è rilevato un impatto maggiore nel caso di turni notturni a rotazione, dove gli OR risultano 1,30 per il rischio di *burnout* e 1,19 per l'incidenza di problemi mentali minori.

I risultati ottenuti da Wan-Ju Cheng e Yawen Cheng in questo studio, coerentemente con i risultati ottenuti da studi precedenti, evidenziano che il lavoro notturno rappresenta un fattore di rischio considerevole per l'instaurarsi di problemi di salute mentale e disturbi del sonno, con effetti particolarmente pronunciati nelle lavoratrici donne e/o nel caso di lavoro notturno fisso. È interessante notare come i dati suggeriscono che l'insonnia possa fare da fattore di mediazione nell'associazione tra turni notturni e alterazioni della salute psicofisiologica, la sua elevata incidenza nei lavoratori notturni e il fatto che sia collegata a livelli più alti di *burnout* e problemi mentali minori potrebbe indicare che funga da tramite tra gli orari di lavoro e l'instaurarsi di problemi di salute mentale, sollevando quindi il dubbio se queste problematiche sarebbero di minore entità in assenza di insonnia.

Gli autori di questo studio hanno tuttavia sottolineato che trattandosi di uno studio trasversale non è possibile stabilire relazioni di causalità assolute e suggeriscono di effettuare studi longitudinali in futuro per confermare eventuali relazioni causali, ciononostante i risultati ottenuti evidenziano una correlazione e come sostengono gli autori: “[...] i risultati di questo studio hanno comunque documentato che i lavoratori impegnati in turni notturni avevano una maggiore probabilità di avere una breve durata del sonno, insonnia, *burnout* e disturbi mentali minori rispetto ai lavoratori diurni. Inoltre, abbiamo riscontrato che [...] quelli con un turno notturno fisso erano a rischio più elevato di problemi di sonno rispetto a quelli con un turno notturno rotativo.” (pag. 488).

3.3-Strategie preventive

Nel 2018 Helen McKenna e Matt Wilkes hanno pubblicato un articolo in cui hanno esposto una serie di strategie preventive e comportamenti adattativi al fine di ottimizzare il sonno per i turni di lavoro notturno. I ricercatori hanno effettuato un ingente studio della letteratura disponibile prendendo in esame numerosi studi osservazionali, randomizzati controllati e revisioni sistematiche, hanno consultato esperti del settore e fatto ricerche di metanalisi al fine di individuare le opportunità di intervento ed i migliori approcci per massimizzare durata e qualità del sonno.

Un importante aspetto messo in risalto da questo studio è che un individuo che svolge un turno di lavoro di notte, sperimenterà una desincronizzazione dei processi circadiani ed omeostatici del sonno, a fine turno la spinta omeostatica al sonno sarà elevata e verrà contrastata dalla spinta circadiana alla veglia causata dal giorno. Differentemente da chi soffre di *jet lag* che necessita di circa

un giorno per ogni fuso orario attraversato, l'adattamento circadiano nei lavoratori su turni notturni (specialmente a rotazione) è irrealizzabile nel breve periodo, ciò suggerisce che un primo, semplice ma impattante passo da compiere sia quello di minimizzare il debito di sonno in vista del turno di lavoro notturno. L'idea sarebbe di contrastare la spinta al sonno circadiana (normale ciclo sonno-veglia) e omeostatica (accumulo di bisogno di dormire) che un individuo sperimenta durante il lavoro di notte e compensare quanto possibile l'inevitabile accumulo di sonno. Le evidenze raccolte da altri studi sembrano supportare che dormire senza limiti di sveglia la mattina precedente, abbinato ad un pisolino di 60-90 minuti pre turno, tra le 14 e le 18 (sfruttando quindi la fase calante del processo circadiano) migliori le performance cognitive e le misurazioni di sonnolenza durante il turno di notte. Inoltre, a seguito della revisione di 13 studi, i ricercatori hanno concluso che, qualora fosse possibile e compatibilmente con gli impegni lavorativi, un pisolino durante il turno di lavoro e di durata inferiore a 30 minuti può migliorare vigilanza e prestazioni mentali, fintanto che il soggetto non entra nella fase di sonno a onde lente, ciò eviterebbe la sensazione di torpore al risveglio denominata "inerzia del sonno".

Anche l'aspetto alimentare è stato preso in esame da questo studio, con una revisione di 12 studi randomizzati controllati, McKenna e Wilkes hanno rilevato che l'assunzione di caffeina ha un impatto positivo e pervasivo nelle performance cognitive, considerando che l'effetto massimo si ottiene in un range di 20-45 minuti dopo il consumo e dura dalle 3 alle 5 ore dopo, da cui consegue che è meglio evitarne l'assunzione nelle ore immediatamente precedenti alla messa a letto post turno notturno. Considerando poi che la digestione segue un proprio ritmo circadiano e che la sua attività complessiva tende a calare durante la notte, ci sono limitate evidenze che sembrano suggerire come strategia alimentare ottimale quella di nutrirsi immediatamente prima di iniziare un turno di notte e limitare al minimo indispensabile l'assunzione di cibo poi, fino al prossimo sonno.

McKenna e Wilkes hanno anche riportato una serie di approcci raccomandati da esperti nel campo dell'igiene del sonno che si basano sostanzialmente sull'eliminazione di fattori di disturbo che potrebbero comprometterne la qualità. Tali interventi comprendono limitare l'esposizione alla luce solare intensa durante il viaggio di ritorno dal luogo di lavoro, indossando occhiali da sole e per lo stesso principio di evitare l'esposizione della retina alla luce blu, è consigliabile ridurre il più possibile l'uso di dispositivi elettronici con schermo luminoso. Contrariamente l'esposizione a luce intensa durante il turno di lavoro può ridurre la sonnolenza inibendo la produzione di melatonina endogena; tuttavia, avendo quest'ultima anche una funzione antiossidante, ridotti livelli di melatonina notturna sono stati suggeriti come possibile concausa dell'aumento di patologie oncologiche nei lavoratori a turni. Per favorire l'addormentamento post turno di lavoro notturno è preferibile stare in un ambiente buio, silenzioso e relativamente fresco (dato che le basse temperature favoriscono il sonno),

possibilmente stabilendo una routine prevedibile prima della messa a letto che comprenda attività rilassanti come un leggero stretching o fare un bagno caldo. Infine, è utile evitare l'assunzione di stimolanti come caffeina o nicotina nelle 6 ore precedenti l'orario di sonno desiderato, perché a causa delle loro proprietà farmacocinetiche andrebbero a favorire la veglia, piuttosto l'assunzione di melatonina esogena sembra possa estendere la durata del sonno fino a 24 minuti, secondo i risultati di 7 diversi studi randomizzati controllati.

Urge sottolineare che gli autori stessi dell'articolo in esame hanno evidenziato che tali raccomandazioni non hanno valenza universale, anzitutto a causa dell'elevata variabilità individuale ma anche per la scarsità di prove provenienti da studi randomizzati controllati disponibili al momento della pubblicazione. Esistono invece prove di moderata entità, supportate da 3 studi randomizzati controllati, che l'assunzione di farmaci stimolanti come modafinil e armodafinil riduca la sonnolenza durante il turno di lavoro notturno, sebbene entrambi i farmaci in questione siano stati associati a possibili reazioni cutanee gravi e non sono noti i loro effetti a lungo termine. Inoltre, è opportuno ripristinare un normale ritmo di sonno dopo i turni di lavoro notturno, per bilanciare il recupero del debito di sonno un possibile approccio prevede di fare un pisolino della durata di 1 o 2 cicli di sonno completi (circa 90-180 minuti), trascorrendo poi del tempo alla luce del sole e ingaggiando in attività stimolanti, per poi andare a dormire ad orari consoni così da riallineare i ritmi sonno-veglia. Infine, si è dimostrato tramite una metanalisi di 66 studi che svolgere attività fisica regolare porta ad un miglioramento generale in termini di quantità e qualità del sonno, sebbene non siano stati ancora determinati con precisione quali siano il momento, la durata ed il tipo di esercizio ottimali a tale scopo.

4-CONCLUSIONI

Il sonno è un processo biologico essenziale per la sopravvivenza che influisce profondamente sulla salute fisica e mentale dell'individuo, i disturbi che lo riguardano compromettono la qualità di vita ed il benessere psicofisiologico di chi ne soffre. Soffrire di disturbi del sonno aumenta il rischio di sviluppare altre patologie e l'occorrenza di incidenti, oltre alle assenze per malattia, tali disturbi sono maggiormente diffusi tra coloro che lavorano su turni, specialmente nel caso di turni notturni ed irregolari. La ricerca scientifica ha evidenziato che questa tipologia di lavoratori sperimenta una riduzione complessiva di durata e qualità del sonno, il che impatta numerosi ambiti del vivere quotidiano ed in misura maggiore rispetto a coloro che lavorano su turni diurni fissi. Risulta quindi di fondamentale importanza mitigare questi effetti negativi adottando strategie preventive e compensative, con lo scopo di sviluppare un'adeguata igiene del sonno e gestire in maniera efficace lo stress. Instaurare abitudini sane come una regolazione attenta degli orari, fare abitualmente attività fisica, recuperare il più possibile il debito di sonno e prestare attenzione all'assunzione di sostanze stimolanti o all'esposizione alla luce può contribuire a migliorare il benessere dei lavoratori notturni.

In questo contesto incentivare la ricerca e sensibilizzare i professionisti della salute, aumentando di conseguenza la consapevolezza e le conoscenze nell'ambito del sonno, può promuovere diagnosi e trattamenti tempestivi oltre che mirati, contribuendo significativamente al benessere dei lavoratori e garantendo al contempo un ambiente di lavoro più sicuro ed efficiente.

5-BIBLIOGRAFIA

1. AASM. *The AASM International Classification of Sleep Disorders – Third Edition, Text Revision (ICSD-3-TR) Summary of Diagnostic Criteria Changes*. Scaricato da chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aasm.org/wp-content/uploads/2023/05/ICSD-3-Text-Revision-Supplemental-Material.pdf
2. Bajraktarov, S., Novotni, A., Manusheva, N., Nikovska, D. G., Miceva-Velickovska, E., Zdraveska, N., Samardjiska, V. C., e Richter, K. S. (2011). Main effects of sleep disorders related to shiftwork-opportunities for preventive programs. *EPMA Journal*, (2011) 2, 365–370.
3. Bear, M. F., Connors, B. W., Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscienze. Esplorando il cervello*. Milano: Edra.
4. Boivin, D. B., e Boudreau, P. (2014). Impacts of shift work on sleep and circadian rhythms. *Pathologie Biologie*, 62 (2014), 292–301.
5. Borbély, A. (2022). The two-process model of sleep regulation: Beginnings and outlook. *Journal of Sleep Research*, 31(4), e13598. <https://doi.org/10.1111/jsr.13598>.
6. Borbély, A., Daan, S., Wirz-Justice, A., e Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of Sleep Research*, (2016) 25, 131–143.
7. Carskadon, M.A., e Dement, W.C. (2011). Monitoring and staging human sleep. In M.H. Kryger, T. Roth, & W.C. Dement (Eds.), *Principles and practice of sleep medicine*, 5th edition, 16-26. St. Louis: Elsevier Saunders.
8. Cheng, W-J., e Cheng, Y. (2016). Night shift and rotating shift in association with sleep problems, burnout and minor mental disorder in male and female employees. *Occupational Environmental Medicine* 2017, 74, 483–488. doi:10.1136/oemed-2016-103898.
9. Chokroverty, S. (2009). Overview of sleep & sleep disorders. *Indian Journal of Medicine Research*, 131, 126-140.
10. Chokroverty, S. (2017). *Sleep Disorders Medicine*. New York: Springer.
11. Dutt, M., Redhu, S., Goodwin, M., e Omlin, C. W. (2023). SleepXAI: An explainable deep learning approach for multi-class sleep stage identification. *Applied Intelligence*, (2023), 53, 16830–16843. Springer.
12. Irfan, M., Schenck, C. H., e Howell, M. J. (2021). NonREM Disorders of Arousal and Related Parasomnias: an Updated Review. *Neurotherapeutics*, 18, 124–139. <https://doi.org/10.1007/s13311-021-01011-y>.
13. Khan, Z., e Trotti, L. M. (2015). Central Disorders of Hypersomnolence Focus on the Narcolepsies and Idiopathic Hypersomnia. *CHEST* 2015, 148 (1), 262-273.
14. Kristensen, T. S., Borritz, M., Villadsen, E., e Christensen, K. B. (2005). The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. *Work and Stress*, 19(3), 192-207.
15. Lee, M. B., Lee, Y. J., Yen, L.L., e Lin, P.M. (1997). Reliability and validity of the Chinese version of the BSRS. *Taiwanese Journal of Psychiatry*, 11(3), 23-29.
16. McKenna, H., e Wilkes, M. (2018). Optimising sleep for night shifts. *BMJ* 2018, 360, j5637 doi:10.1136/bmj.j5637.
17. McNamara, P. (2019). *The neuroscience of sleep and dreams (Cambridge Fundamentals of Neuroscience in Psychology)*. Cambridge: Cambridge University Press.
18. Moody, O. A., Zhang, E. R., Vincent, K.F., Kato, R., Melonakos, E.D., Nehs, C.J., e Solt, K. (2021). The Neural Circuits Underlying General Anesthesia and Sleep. *Respiration and Sleep Medicine. Anesthesia-Analgesia* 2021;132,: 1254–64.

19. Ohayon, M. M., Lemoine, P., Arnaud-Briant, V., e Dreyfus, M. (2002). Prevalence and consequences of sleep disorders in a shift worker population. *Journal of Psychosomatic Research*, 53, (2002), 577– 583.
20. Pittendrigh, C. S. (1981). Circadian Systems: entrainment. *Biological Rhythms*. 95-124.
21. Roth, T. (2004). Characteristics and Determinants of Normal Sleep. *Journal of Clinical Psychiatry* 2004; 65 [suppl 16]:8-11.
22. Sateia, M. J. (2014). International Classification of Sleep Disorders-Third Edition Highlights and Modifications. *CHEST* 2014, 146 (5), 1387-1394.
23. Scammell, T. E., Arrigoni, E., e Lipton, J. O. (2017). Neural Circuitry of Wakefulness and Sleep. *Neuron Review*, Volume 93, Issue 4, 747-765. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2017.01.014>.
24. Schwartz, J. R. L., e Roth, T. (2006). Shift Work Sleep Disorder Burden of Illness and Approaches to Management. *Drugs* 2006, 66 (18), 2357-2370.
25. Sher, S., Green, A., Khatib, S., e Dagan, Y. (20210). The Possible Role of Endozepines in Sleep Regulation and Biomarker of Process S of the Borbély Sleep Model, *Chronobiology International*, 38(1). 122-128, DOI: 10.1080/07420528.2020.1849252.
26. Wickwire, E. M., Geiger-Brown, J., Scharf, S. M., e Drake, C. L. (2017). Shift Work and Shift Work Sleep Disorder Clinical and Organizational Perspectives. *CHEST* 2017, 151(5), 1156-1172.