

IL SONNO: PILASTRO DI SALUTE, SICUREZZA E BENESSERE NEI LUOGHI DI LAVORO



*A cura di
Agnese Martini, Emma Pietrafesa,
Annapaola Santoro, Salvatore Zaffina*

Igiene del sonno e promozione della salute occupazionale

ISBN
9791224325109

Prima edizione
Roma, 15 aprile 2026

In copertina

Grafica realizzata attraverso l'uso di Grok AI. (2026).

Scudo protettivo simbolo di tutela della salute e sicurezza sul lavoro grazie al sonno adeguato. Tre scene – ufficio, cantiere e guida – circondate da icone (fonendoscopio, power nap, screening medico, patente, riposo notturno e formazione VR). Stile realistico con elementi grafici moderni.

Immagine digitale generata da AI. <https://grok.com/c/dfbc3862-0f61-4b28-a0dc-28f1ce001e70?rid=a5fa78a5-6805-4a3a-a69c-8a6eb0905b88>

IL SONNO: PILASTRO DI SALUTE, SICUREZZA E BENESSERE NEI LUOGHI DI LAVORO

A cura di

Agnese Martini, Emma Pietrafesa
Annapaola Santoro, Salvatore Zaffina

Contributi di

Lucia Bramante, Pietro Ferraro, Sergio Garbarino,
Agnese Martini, Chiara Maurilli, Emma Pietrafesa,
Andrea Romigi, Simone Russo, Giuseppe Saffioti,
Annapaola Santoro, Giovanna Spaltro, Donatella Vasselli

Revisione editoriale

(revisione, correzione dei testi e valutazione critica dei contenuti)

Rosina Bentivenga, Donatella Vasselli

PREFAZIONE

La monografia si propone di affrontare uno degli argomenti scientifici più sfidanti per la promozione della salute. Peraltro, il sonno incarna perfettamente la dualità di essere un tema vecchio, studiato da sempre anche per il suo valore biologico di base e, allo stesso tempo, nuovo al centro di moderne ricerche neuroscientifiche che ne svelano funzioni e benefici inaspettati.

In una moderna visione per la quale il suo ruolo di consolidamento della memoria, di pulizia e salute metabolica inseriscono il sonno tra i determinanti più autorevoli per il miglioramento del benessere generale e tra gli interpreti di salute e sicurezza tanto più nei luoghi di lavoro.

Il binomio sonno-salute collettiva abbraccia ambiti estesi della vita delle persone e della comunità, dal carico economico alla maggiore rischiosità infortunistica (professionali, stradali, domestici) e di malattie croniche tale da rendere il binomio una priorità di salute pubblica. Un sonno di quantità e qualità adeguata, infatti, non solo migliora il benessere psicofisico, ma è a cruciale anche per il funzionamento ottimale di tutti i sistemi corporei, influenzando direttamente anche la produttività e la sicurezza nei contesti lavorativi.

Negli ultimi anni, numerosi studi, tra cui quelli pubblicati dalla American Academy of Sleep Medicine, hanno identificato il sonno come uno dei "fantastici 4" della salute, insieme a dieta, esercizio fisico e partecipazione sociale.

Nel testo si affrontano le diverse tematiche integrando prospettive cliniche, epidemiologiche, preventive e organizzative, ponendo attenzione sia agli strumenti diagnostici sia alle strategie di sensibilizzazione e promozione dell'igiene del sonno. Inoltre, vengono presentati approcci innovativi per l'analisi dei fattori associati ai disturbi del sonno, tra cui l'impiego di metodologie avanzate come il machine learning, insieme a strumenti partecipativi utili alla comprensione del rischio strada anche lavoro correlato. Particolare rilievo è dedicato al ruolo delle strutture sanitarie e della medicina del lavoro nelle attività di screening, prevenzione e sorveglianza sanitaria, nonché al contributo del medico competente nella valutazione del rischio e nella tutela della salute

dei lavoratori. In questa prospettiva, la qualità del sonno emerge come un elemento centrale nella valutazione dell'idoneità alla guida e nella prevenzione degli infortuni, sottolineando la necessità di un approccio integrato e consapevole alla promozione della salute e della sicurezza.

La monografia non vuole essere solo un compendio scientifico, ma una vera e propria call to action per professionisti, aziende e istituzioni. Attraverso l'integrazione tra medicina del lavoro e medicina del sonno e l'adozione di modelli di Total Worker Health, è possibile trasformare la gestione della salute da costo a investimento strategico. L'obiettivo finale, in linea con la strategia europea Vision Zero, è la riduzione drastica degli infortuni stradali e lavorativi, promuovendo una cultura in cui la qualità del sonno sia riconosciuta come una prerogativa, una caratteristica distintiva e peculiare della persona e del lavoratore che qui interessa, privilegio e garanzia di salute e sicurezza per l'intera collettività.

L'implementazione di politiche del buon sonno nelle strategie di salute e sicurezza sul lavoro rappresenta non solo un'opportunità per migliorare la qualità della vita e il benessere dei lavoratori, ma anche un passo fondamentale verso la creazione di ambienti di lavoro più sani, sicuri e produttivi. È tempo di riconoscere che il sonno, con tutti i suoi effetti benefici, deve essere posto al centro delle politiche di salute e sicurezza sul lavoro. Solo così si potrebbe aspirare a un futuro in cui ogni lavoratore possa godere del diritto a un sonno di qualità e qualità, contribuendo a costruire una società più sana, sicura e produttiva.

Bruno Papaleo

Direttore Dimeila, Inail

Patrizio Rossi

Sovrintendente Sanitario Centrale, Inail

Igiene del sonno e promozione della salute occupazionale

INDICE

PREMESSA

Alessandro Marinaccio

IL SONNO E LA SALUTE: UN RAPPORTO BIDIREZIONALE

Andrea Romigi

LA DEPRIVAZIONE DI SONNO ED ECCESSIVA SONNOLENZA DIURNA: UNA PANDEMIA SOCIALE

Sergio Garbarino

LE APNEE NOTTURNE: DAI DATI AL SOSPETTO DIAGNOSTICO

Agnese Martini

STRUMENTI INNOVATIVI DI CONOSCENZA E PROMOZIONE: RISCHIO STRADA E IGIENE DEL SONNO

Emma Pietrafesa e Donatella Vasselli

MACHINE LEARNING: ESPLORAZIONE DEI FATTORI ASSOCIATI ALLE APNEE NOTTURNE

Simone Russo e Agnese Martini

GLI AMBULATORI INAIL NEL PROGETTO DI SCREENING E SENSIBILIZZAZIONE SULLE APNEE NOTTURNE

Lucia Bramante e Chiara Maurilli

**IL MEDICO COMPETENTE: ANALISI DEGLI INFORTUNI E
PROMOZIONE DELLA SALUTE DEL SONNO**

Anna Paola Santoro

**IDONEITÀ ALLA GUIDA E SORVEGLIANZA SANITARIA: UN
MODELLO INTEGRATO MEDICO-LEGALE E OCCUPAZIONALE**

Pietro Ferraro, Giovanna Spaltro e Giuseppe Saffioti

BIOGRAFIE BREVI DEGLI AUTORI

PREMESSA

Il sonno come capitale di salute e sicurezza

Il sonno è un elemento cruciale per la salute e il benessere generale, influenzando non solo l'omeostasi fisiologica, ma anche il rischio di sviluppare malattie neurodegenerative e psichiatriche. La carenza di sonno è stata associata a condizioni come l'Alzheimer, la depressione e l'ansia, evidenziando il suo ruolo nella regolazione dei processi cognitivi ed emotivi. Inoltre, studi recenti hanno dimostrato collegamenti tra la privazione di sonno e un aumento del rischio di patologie croniche come diabete e malattie cardiovascolari.

L'impatto della deprivazione di sonno non si limita alla salute individuale, ma si estende alla sicurezza pubblica. La sonnolenza è responsabile di circa il 22% degli incidenti stradali, rendendo evidente la necessità di affrontare il problema per ridurre il numero di incidenti mortali e feriti. Questo aspetto sottolinea l'urgenza di promuovere una cultura del sonno, non solo per il benessere personale, ma anche per la sicurezza collettiva.

Nel contesto lavorativo, la qualità del sonno ha un impatto diretto sulla performance e sulla produttività. I lavoratori privati di sonno tendono a mostrare una riduzione delle capacità cognitive, un aumento dell'assenteismo e una maggiore probabilità di sviluppare malattie croniche. Un esempio rilevante dell'impatto della qualità del sonno sui lavoratori è rappresentato dal lavoro notturno, che espone i dipendenti al rischio di sviluppare la cosiddetta "sindrome del turnista". Questo disturbo si verifica quando i normali ritmi circadiani vengono perturbati a causa di turni di lavoro irregolari o notturni, causando una dissonanza tra il ciclo sonno-veglia naturale e le esigenze lavorative. I meccanismi alla base di questo fenomeno, che includono l'interferenza con la produzione di melatonina (ormone regolatore del sonno), provocano la manifestazione di sintomi quali affaticamento, irritabilità e compromissione delle funzioni cognitive e possono compromettere la salute individuale, incrementando il rischio di patologie cardiovascolari, metaboliche e psichiatriche. Inoltre, i lavoratori con sindrome del turnista tendono a registrare una diminuzione della produttività, un aumento degli errori operativi e una

maggior incidenza di infortuni e incidenti. Quindi non solo la salute ma anche la sicurezza occupazionale può essere influenzata da un buon sonno. La deprivazione di sonno è infatti associata a un incremento degli infortuni sul lavoro e degli incidenti stradali anche lavoro-correlati. Tra i disturbi del sonno, la Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (OSA) emerge come una delle condizioni patologiche tra le più diffuse, soprattutto in età lavorativa. Colpendo milioni di persone, l'OSA non solo influisce negativamente sulla salute generale dell'individuo, aumentando il rischio di malattie cardiovascolari e metaboliche, ma ha anche un impatto significativo sulla salute occupazionale e sulla sicurezza. L'assenza di diagnosi e trattamento per questa condizione porta a una maggior incidenza di infortuni sul lavoro e incidenti stradali, evidenziando l'importanza di sensibilizzare e adottare misure preventive per garantire un ambiente lavorativo più sicuro e sano.

La promozione del benessere: Il modello POP e la WHP

In questo contesto, la promozione del benessere deve diventare una priorità strategica per le aziende. La monografia sottolinea l'importanza dell'approccio di Workplace Health Promotion (WHP), che non si limita a proteggere i lavoratori dai rischi, ma include anche investimenti mirati per migliorare il benessere biopsicosociale. In questo contesto, il luogo di lavoro viene considerato un ambiente strategico per l'attuazione del modello POP (Parametrico-Olistico-Profittevole). Questo modello si propone di integrare vari parametri per promuovere la salute in modo olistico, garantendo benefici sia per i dipendenti che per l'organizzazione nel suo complesso.

Questo modello si avvale di indicatori oggettivi, come il tasso di assenteismo e il turnover dei dipendenti, per evidenziare l'importanza di investire nella promozione del benessere e della salute, inclusa la salute del sonno. L'uso di questi dati consente di misurare l'impatto degli interventi sulla salute dei lavoratori in modo quantificabile. Investire nella promozione del benessere non è solo un obbligo etico, volto a garantire un ambiente di lavoro sano e supportivo, ma si rivela anche un'operazione economicamente vantaggiosa. Effettivamente, migliorare la salute e il benessere dei dipendenti può portare a una riduzione dell'assenteismo e del turnover, che a loro volta comportano minori costi per l'organizzazione. Di conseguenza, le aziende possono ottenere un chiaro ritorno sull'investimento, poiché un personale più sano è generalmente più produttivo, motivato e impegnato, contribuendo così al

successo complessivo dell'organizzazione. Investire e tutelare, quindi, la salute del sonno migliora non solo la qualità della vita dei lavoratori, ma contribuisce anche a una maggiore produttività e a una riduzione dei costi legati agli infortuni e alle malattie. Gli studi dimostrano che i turni notturni sono associati a un rischio significativamente maggiore di infortuni ed errori clinici rispetto ai turni diurni. Questi dati mostrano che risulta cruciale implementare misure efficaci per mitigare questi rischi, per esempio l'introduzione del "power nap" (breve sonnello di durata di 10-30 minuti progettato per aumentare la vigilanza e migliorare le prestazioni cognitive senza causare sonnolenza al risveglio), che, se introdotti, mostrano una riduzione del rischio di infortuni del 38-40%. L'implementazione di tali strategie non dovrebbe essere considerata come un costo, ma piuttosto come un investimento strategico per garantire il benessere, la salute e la sicurezza dei dipendenti, oltre a migliorare, nel settore sanitario, la qualità dei servizi e dell'assistenza offerta ai pazienti riducendo gli errori, le complicanze e gli eventi avversi.

Il ruolo del medico competente nella salute del sonno e sicurezza lavorativa

Nella moderna realtà lavorativa, in particolare nei contesti di lavoro notturno e turni irregolari, il sonno gioca un ruolo cruciale per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Il medico competente (MC) assume un'importanza fondamentale nel monitoraggio e nella promozione della salute del sonno, non solo garantendo la sorveglianza sanitaria, ma anche sensibilizzando i lavoratori sull'importanza dell'igiene del sonno. La qualità e la quantità del sonno influenzano direttamente il benessere fisico e mentale, incidendo sulla produttività e sulla sicurezza nei luoghi di lavoro. Il MC ha un ruolo importante, spesso di "sentinella epidemiologica" nell'identificare e gestire i disturbi del sonno, quali la sindrome delle apnee ostruttive del sonno (OSA) che può avvalersi di tecnologie innovative, come i dispositivi indossabili per monitorare variabili come il tempo di sonno, le fasi del sonno e i parametri vitali. Questi strumenti consentono di raccogliere dati preziosi, facilitando una valutazione più accurata della salute del sonno dei lavoratori. In questo contesto, il MC emerge come un attore chiave, garantendo che il sonno e la salute siano integrati nella strategia complessiva di salute e sicurezza sul lavoro. Inoltre, l'adozione di sistemi tecnologici per il monitoraggio del sonno e l'uso di strumenti innovativi e partecipativi di

sensibilizzazione e di formazione e informazione favoriscono una cultura di consapevolezza, prevenzione, responsabilità e empowerment tra i lavoratori, contribuendo a ridurre i rischi associati ai disturbi del sonno e alla conseguente ridotta vigilanza, a migliorare la qualità e il benessere della vita lavorativa.

Alessandro Marinaccio
Responsabile Laboratorio
Epidemiologia occupazionale e ambientale
Dimeila, Inail

IL SONNO E LA SALUTE: UN RAPPORTO BIDIREZIONALE

Andrea Romigi^{1,2}

¹Centro Medicina del Sonno, IRCCS Neuromed, Isernia

²Dipartimento di Scienze Biomediche Sperimentali e Cliniche, Università UniCamillus, Roma

ABSTRACT

Il presente contributo analizza la radicale trasformazione della medicina del sonno, evolutasi da disciplina marginale a pilastro imprescindibile della salute pubblica. Il sonno è oggi riconosciuto come uno dei "fantastici 4" della salute, insieme a dieta, esercizio fisico e partecipazione sociale, essenziale per la longevità e la riduzione della mortalità. Il testo esplora le conseguenze del sonno insufficiente, evidenziando non solo l'impatto economico e il rischio di incidenti, infortuni ed errori, ma anche le correlazioni con obesità, diabete e compromissione del sistema immunitario. Vengono approfonditi i meccanismi neurobiologici, tra cui il ruolo dell'orexina nella regolazione veglia-sonno e l'importanza del sistema glnfatico per la clearance metabolica, fondamentale nella prevenzione delle malattie neurodegenerative come l'Alzheimer. Si discute inoltre l'impatto degli stili di vita moderni, quali l'uso di dispositivi elettronici e il "social jet lag", che alterano i ritmi circadiani e metabolici. Infine, si sottolinea l'urgenza di integrare la salute del sonno nelle politiche sanitarie globali e nei percorsi educativi.

Keywords: medicina del sonno; sistema glnfatico; social jet lag; neurodegenerazione; orexina.

INTRODUZIONE

La medicina del sonno ha vissuto, negli ultimi decenni, una radicale trasformazione epistemologica. Per lungo tempo, era relegata ai margini della scienza medica e considerata una disciplina ancillare, o, per usare una metafora efficace, la "Cenerentola della medicina". Essa ha faticato a trovare spazio nei corsi di laurea e nella pratica clinica generalista. Tuttavia, la narrazione è drasticamente cambiata.

Un editoriale pubblicato sulla prestigiosa rivista The Lancet nel 2022 ha sancito definitivamente la fine di questa emarginazione, riconoscendo la necessità imperativa di parlare di sonno nei percorsi formativi accademici e di integrarlo pienamente nelle politiche sanitarie. Questa evoluzione nasce dalla consapevolezza che il sonno non è un mero stato di inattività, ma un processo fisiologico attivo e vitale. La visione contemporanea della salute si fonda su un quartetto di elementi essenziali, definiti i "fantastici 4", che incidono in modo determinante sulla longevità e sulla mortalità per tutte le cause.

Il sonno è presentato come un pilastro fondamentale della salute, al pari della nutrizione e dell'attività fisica. Non è semplicemente uno stato passivo, ma un complesso processo neurocomportamentale essenziale per il completo benessere fisico, mentale e sociale. In questo contesto, i quattro pilastri della salute che riducono il rischio di mortalità includono la dieta, l'esercizio fisico, la partecipazione sociale e anche elementi favorevoli del pattern di sonno, come il cronotipo mattutino, un'adeguata durata del sonno (almeno 7 ore), e l'assenza di insonnia, russamento e sonnolenza.

Tabella 1 Ruolo e impatto dei pilastri della salute	
I pilastri della salute	Ruolo e impatto
Dieta	Regolazione metabolica e prevenzione delle patologie cardiovascolari
Attività fisica	Mantenimento della funzionalità muscolo-scheletrica e cardiorespiratoria
Partecipazione sociale	Benessere psicologico e prevenzione del declino cognitivo
Sonno	Omeostasi neurobiologica, consolidamento mnestico e clearance metabolica

Ma il sonno insufficiente ha anche un impatto economico? Per esplorare la relazione tra sonno e salute, è necessario considerare anche gli aspetti numerici che regolano questa connessione. Gli effetti del sonno insufficiente non rappresentano solo un peso economico, spesso associato ad incidenti, infortuni ed errori, ma incidono anche considerevolmente sulla salute neurologica, cardiovascolare e del sistema immunitario. Una misura epidemiologica recentemente utilizzata a questo proposito è la *frazione attribuibile di popolazione (PAF - Population Attributable Fraction)*, ovvero la percentuale di una malattia che verrebbe eliminata se l'esposizione a un determinato fattore di rischio venisse completamente rimossa dalla popolazione. Uno studio australiano esemplificativo indica che eliminando la sonnolenza diurna, legata o meno a disturbi del sonno, la frazione di popolazione attribuibile viene sensibilmente ridotta, determinando una diminuzione del 23% per gli incidenti stradali e del 10% per l'ictus.

Per quanto riguarda il dato economico, gli studiosi hanno calcolato che i costi derivanti da un sonno inadeguato si aggirano tra i 41 e i 49 miliardi di dollari, evidenziando che la salute e le politiche sanitarie devono tenerne conto. Questi dati confermano che la *sleep deficiency*, la carenza di sonno incide pesantemente

su aspetti neurologici, cardiovascolari, immunitari e metabolici, rendendo la promozione del buon sonno una delle leve più efficaci per la medicina preventiva. Infatti, in questo senso, l'obesità, che rappresenta un problema molto serio, un fenomeno in progressivo aumento tanto da essere assimilato a una pandemia sanitaria, che colpisce soprattutto gli adolescenti, come confermato dai dati del National institutes of health (Nih).

I dati epidemiologici più recenti (2021-2023) pubblicati dal National center for health statistics (Nchs), parte dei CDC e strettamente collegato alla ricerca dell'Nih, indicano che l'obesità rimane una crisi di salute pubblica critica, con tassi record soprattutto tra i giovani. Secondo le rilevazioni completate nel 2023, la situazione tra gli adulti mostra una leggera stabilizzazione ma resta a livelli storicamente elevati con una prevalenza totale del 40,3% della popolazione adulta. L'obesità grave, rappresentata da un Indice di massa corporea (Imc) superiore o uguale a 40 ha raggiunto il 9,4% (con un picco del 9,7% in alcune analisi), un aumento significativo rispetto al 7,7% del periodo 2013-2014. La fascia di età più colpita è rappresentata dagli adulti tra i 40 e i 59 anni (fascia lavorativa) che presentano i tassi più alti rispetto ai giovani (20-39) e agli over 60. L'Italia, nell'ottobre 2025, è diventata il primo Paese al mondo ad approvare una legge specifica che riconosce ufficialmente l'obesità come una malattia cronica, progressiva e recidivante e, a seguito di ciò, le prestazioni per la cura dell'obesità entrano nei Lea (Livelli essenziali di assistenza), diventando accessibili e gratuite per i pazienti all'interno del Servizio sanitario nazionale. Il motivo di questo riconoscimento è dovuto al fatto che l'obesità è associata a un incremento di mortalità: a livello globale, l'eccesso di peso contribuisce a oltre 5 milioni di morti ogni anno. I dati di letteratura mostrano che per ogni aumento di 5 unità dell'Imc, il rischio di morte aumenta mediamente del 31% per cause cardiovascolari, respiratorie, infettive, metaboliche, neoplastiche ed altro. Il legame tra obesità e sonno, che viene spesso ignorato, è di particolare rilevanza. Il disallineamento circadiano del nostro orologio biologico rispetto a quello solare e sociale, unito ad un sonno insufficiente (inferiore a 7 ore), rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo dell'obesità. Una metanalisi ha documentato che chi dorme meno di sei ore ha un aumento del rischio di sviluppare obesità del 38%, di sviluppare il diabete del 37% e un aumento del rischio di mortalità per tutte le cause del 12%, rendendo evidente l'urgenza di intervenire sul sonno per migliorare la salute in generale.

Da cosa è causata la deprivazione di sonno? È fondamentale considerare l'influenza degli ambienti lavorativi moderni, le nostre abitudini di vita e il meccanismo che ci spinge a non sospendere mai i nostri ritmi lavorativi ed extra-lavorativi, rimanendo "connessi" anche durante il tempo libero. I disturbi del sonno, l'assunzione di farmaci che interferiscono con il sonno e un elevato *screen time*, ovvero tempo trascorso davanti ai monitor, sono ulteriori fattori di rischio per un cattivo sonno. Un'indagine recente condotta sugli adolescenti ha mostrato che il danno maggiore sul buon sonno non proviene dall'uso della televisione o delle console di gioco, ma dalla permanenza ed uso prolungato di dispositivi elettronici portatili come cellulari e tablet.

L'ARCHITETTURA DEL SONNO E LA SUA RELAZIONE CON LA SALUTE

Indagare il rapporto tra sonno e salute significa esplorare i meccanismi della neurobiologia e, in particolare l'architettura del sonno. Già Ippocrate intuiva che dormire troppo o troppo poco compromettesse la vitalità, agendo su una bilancia invisibile: un *continuum* dove il nostro corpo cerca costantemente il punto di equilibrio tra la spinta a restare svegli e l'inevitabile pressione del sonno. Quando queste condizioni non sono in equilibrio, diventano patologiche e la conseguenza diretta è la compromissione delle funzioni cognitive: la mancanza di sonno impedisce al cervello di eliminare le tossine metaboliche, mentre l'eccesso ne altera i ritmi circadiani, portando in entrambi i casi a nebbia mentale, perdita di memoria e ridotta capacità decisionale.

La bilancia e l'equilibrio tra la spinta alla veglia e la pressione del sonno è regolata dal neurotrasmettitore orexina, scoperto negli ultimi vent'anni. Il mantenimento della vigilanza dipende da un sofisticato sistema di regolazione delle monoamine (istamina, serotonina, dopamina e noradrenalina) il cui equilibrio è cruciale per la stabilità neurologica. In questo scenario, l'orexina gioca un ruolo determinante: essa non solo sostiene lo stato di veglia, ma funge da 'custode' dei confini tra sonno e coscienza, impedendo intrusioni inappropriate del riposo durante il giorno (come avviene nella narcolessia, causata proprio da una sua carenza). Tuttavia, l'azione dell'orexina trascende il semplice ciclo circadiano; essa è un modulatore essenziale dei comportamenti

motivati, influenzando la nostra risposta al cibo, la suscettibilità alle sostanze d'abuso e la gestione dello stress. Questa natura poliedrica la rende un neurotrasmettitore chiave non solo per l'architettura del sonno, ma per l'intero equilibrio metabolico e comportamentale dell'individuo.

Queste scoperte hanno radicalmente trasformato la nostra comprensione del cervello durante il sonno, superando la visione statica del passato che lo dipingeva come uno stato di passiva inattività. Lungi dall'essere una semplice sospensione delle funzioni cognitive, il sonno è oggi riconosciuto come un processo straordinariamente dinamico, caratterizzato da un'architettura complessa governata da circuiti che collegano il talamo alla corteccia cerebrale. I neurotrasmettitori, come l'orexina, la serotonina e la dopamina, giocano un ruolo cruciale nella regolazione del sonno e della veglia, influenzando non solo il ciclo sonno-veglia, ma anche processi come la memoria e la vigilanza. Infatti, studi recenti hanno mostrato che, contrariamente a questa idea, il cervello è molto attivo durante il sonno, specialmente nelle fasi del sonno Rem (Rapid eye movement) e Nrem (Non-rapid eye movement).

La fisiologia del sonno, quindi, si è evoluta, spostando l'attenzione dalle singole aree cerebrali, un tempo considerate in isolamento, a una comprensione più integrata delle reti neurali connesse. Questo approccio di rete ci aiuta a capire come diverse aree del cervello lavorano insieme per regolare il sonno e gestire le varie funzioni cognitive e fisiologiche. Particolarmente interessante è il ruolo della corteccia cerebrale, che in passato era vista come una regione meramente passiva durante il sonno profondo, responsabile solo dell'attività lenta. Oggi sappiamo che la corteccia contribuisce attivamente alla regolazione omeostatica del sonno, monitorando le necessità del corpo e assicurando un equilibrio interno. Studi recenti hanno osservato l'esistenza di diverse popolazioni neuronali nella corteccia prefrontale che sono state identificate come fondamentali per la preparazione e l'inizio del sonno. Questi neuroni si attivano in modo coordinato, facilitando il passaggio da uno stato di veglia a uno di sonno, dimostrando così che il cervello è in continua interazione e adattamento anche durante il riposo.

Tradizionalmente, il talamo era considerato semplicemente come una stazione di relè sensoriale, un punto di smistamento dove le informazioni sensoriali provenienti da diverse parti del corpo venivano inviate alla corteccia cerebrale per essere elaborate. Tuttavia, ricerche recenti hanno rivelato che il talamo ha un ruolo molto più complesso e attivo nella regolazione del sonno e della veglia.

In particolare, il nucleo reticolare talamico, una parte del talamo, è fondamentale nella generazione dei fusi del sonno, o *sleep spindles*. I fusi del sonno sono brevi e rapide oscillazioni di attività elettrica che si verificano durante il sonno Nrem. Queste oscillazioni sono essenziali perché proteggono il sonno dai disturbi esterni, come i rumori, fungendo da barriera che permette al cervello di rimanere in uno stato di riposo profondo nonostante eventuali interruzioni ambientali. Inoltre, i fusi del sonno svolgono un ruolo cruciale nel consolidamento della memoria, poiché aiutano a trasferire le informazioni apprese durante il giorno nella memoria a lungo termine. Un'altra area del talamo, chiamata talamo centro-mediale, ha un duplice ruolo nella regolazione del sonno. Da un lato, è coinvolta nell'attivazione continua, che facilita la transizione dalla fase di sonno a quella di veglia. Dall'altro lato, il talamo centro-mediale partecipa all'attivazione a raffica, o *Burst Firing*, un meccanismo che sincronizza le onde lente corticali durante il sonno. Queste onde lente sono essenziali per il sonno profondo e per il recupero fisico e mentale. Inoltre, il talamo non opera in isolamento; attraverso le sue proiezioni al talamo antero-dorsale e alla corteccia del cingolo, svolge un ruolo attivo nel promuovere il sonno profondo. Questo suggerisce che il sonno non è un fenomeno monolitico in cui l'intero cervello si spegne simultaneamente, ma piuttosto un processo complesso e dinamico, in cui diverse aree cerebrali collaborano e si attivano in modo coordinato per garantire un riposo efficace e riparativo.

Esiste un fenomeno chiamato "sonno locale" che coinvolge tre strutture cerebrali fondamentali: il talamo, l'ippocampo e la neocorteccia. Quando un'informazione entra nel cervello, è essenziale che queste aree lavorino insieme in modo perfettamente sincronizzato. Solo attraverso questa sincronizzazione, le informazioni possono essere acquisite in modo efficace. Durante il sonno Rem, questa sincronizzazione assume un ruolo ancora più importante, in quanto modula i meccanismi di plasticità sinaptica. La plasticità sinaptica è il processo che consente alle connessioni tra i neuroni di rafforzarsi o indebolirsi in base all'attività. Questo significa che, mentre il cervello rielabora le informazioni durante il sonno Rem, le nuove informazioni vengono integrate con quelle già esistenti, rendendo i dati acquisiti utilizzabili nella nostra consapevolezza. In questo modo, il sonno non è solo un momento di riposo, ma

un periodo attivo in cui il cervello lavora per consolidare e organizzare le informazioni, essenziali per l'apprendimento e la memoria.

Esiste una significativa disuguaglianza a livello globale riguardo alla salute del sonno. Secondo un'analisi condotta su 194 Stati membri dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), solo il 24% della popolazione mondiale ha dati noti sulla qualità del sonno. Inoltre, il 36% dei Paesi ha condotto ricerche sul sonno, ma queste si sono concentrate su specifiche patologie. Questo lascia il 42% della popolazione mondiale in una condizione di "sconosciuto", ossia un'assenza di dati che riguardano, in particolare, i Paesi a basso reddito, dove l'accesso a informazioni e servizi è limitato. La mancanza di dati sulla durata del sonno è preoccupante, considerando che la privazione del sonno è un noto fattore di rischio per numerosi problemi di salute. È essenziale che la salute del sonno venga riconosciuta come una priorità nelle agende sanitarie nazionali, per promuovere politiche che possano migliorare la qualità del sonno e affrontare le disuguaglianze sanitarie. Inoltre, la connessione tra la qualità del sonno e la salute cerebrale evidenzia l'importanza di un sonno adeguato non solo per il consolidamento della memoria, ma anche per la prevenzione di malattie neurodegenerative, sottolineando la necessità di affrontare attivamente le disuguaglianze nella salute del sonno a livello globale. I dati di letteratura, infatti, hanno mostrato che una sola notte di privazione del sonno induce la deposizione patologica di beta amiloide, una proteina associata alla malattia di Alzheimer. Altri studi mostrano, inoltre, che i pazienti affetti da apnee ostruttive del sonno (OSA) presentano un profilo liquorale simile a quello dell'Alzheimer, con livelli di beta amiloide ridotti nel liquido cerebrospinale e maggiori nelle strutture ipocampali, che tendono a normalizzarsi con (*Continuous Positive Airway Pressure* - terapia ventilatoria non invasiva utilizzata per trattare i pazienti affetti da OSA). L'OSA sembra accelerare la deposizione di amiloide, T-tau e P-tau nel liquido cerebrospinale, sia in soggetti sani che in quelli con lieve declino cognitivo. La frammentazione del sonno, l'ipossia intermittente e le oscillazioni della pressione intratoracica sembrano essere la causa che possa spiegare tale meccanismo. Un altro studio condotto su modelli animali testimonia che la diminuzione della densità dei neuroni orexinergici dipende dall'età, che i picchi di correnti del calcio nei neuroni dell'ipocretina sono associati alla veglia e che durante la fase inattiva i transienti di calcio sono più frequenti e di ampiezza inferiore negli anziani rispetto ai giovani, e risultano associati a un aumento della veglia.

Tra gli elementi che spiegano il legame tra sonno e neurodegenerazione vi è il concetto di sistema glinfatico. Il sistema glinfatico è una rete di spazi perivascolari che promuove il movimento del liquido cerebrospinale (CSF) nel cervello e l'eliminazione delle scorie metaboliche. Questo sistema di trasporto dei fluidi è supportato dal canale dell'acqua acquaporina-4 (AQP4), localizzato alle estremità vascolari degli astrociti. Il sistema glinfatico è più efficace durante il sonno, ma non è ancora chiaro se la profondità del sonno promuova la funzione glinfatica. La disfunzione del *sistema glinfatico* è stata collegata a vari disturbi neurologici: si tratta di un sistema vitale di pulizia del cervello che utilizza il liquido cerebrospinale per rimuovere i prodotti di scarto dal tessuto cerebrale. È un'area di ricerca relativamente nuova, con implicazioni significative per la comprensione e il trattamento delle malattie neurologiche.

Il sistema glinfatico è un fondamentale regolatore della rimozione di sostanze dannose, con un forte legame con la qualità del sonno, lo stress cardiovascolare e lo stile di vita. Funziona principalmente durante il sonno profondo e in posizione di decubito laterale, suggerendo che la modulazione della continuità e qualità del sonno potrebbe rappresentare un nuovo territorio di trattamento per le malattie neurodegenerative. Le prestazioni cognitive sono influenzate dal sonno, come dimostra il *sleep effect*: uno studio del 1924 ha seguito l'intuizione del maestro di retorica latino Quintiliano, secondo cui dormire impedisce la normale curva di decadimento della memoria. Esiste un modello di consolidamento della memoria e acquisizione a lungo termine, dipendente dal sonno, che consta di diversi passaggi: l'acquisizione di informazioni, un archivio temporaneo nelle regioni dell'amigdala, dell'ippocampo e del paraippocampo, una fase di preconsolidamento durante il sonno non Rem, e una infine di consolidamento delle informazioni grazie alle onde theta. Durante il sonno Nrem, i ricordi immagazzinati temporaneamente nell'ippocampo vengono trasferiti alla memoria a lungo termine nella neocorteccia. Il dialogo coinvolge l'interazione tra le oscillazioni lente corticali, i fusi talamici del sonno e gli *sharp ripples* ippocampali per creare un accoppiamento tra oscillazione lenta e fusi del sonno. La densità dei fusi è correlata con molte prestazioni cognitive, per esempio la memoria procedurale, anche con il quoziente intellettivo, perfino con l'appaiamento delle parole.

Per comprendere meglio gli effetti della privazione di sonno e del disallineamento circadiano, è utile ricordare che possediamo tre orologi: biologico, sociale e solare, che manifestano uno sfasamento naturale. Tendiamo ad andare a letto tardi e svolgiamo attività diurne in orari in cui dovremmo dormire, creando un "social jet lag". Questo comportamento genera uno spostamento "in avanti" di circa la metà del sonno durante il weekend, risultando dannoso e disallineante, associandosi a sintomi depressivi, consumo di caffeina, alcol e fumo, nonché a un aumentato rischio di obesità. Elementi esterni, come l'ora legale, aggravano questo aspetto, in particolare negli adolescenti, che sperimentano un massimo livello di social jet lag di 2 ore e mezza. La presenza di social jet lag è correlata all'aumento dell'Imc, della massa grassa e della sindrome metabolica. L'interesse si è focalizzato sulla melatonina, un cronoregolatore del sonno, che ha effetti duali sulla brownizzazione degli adipociti, suddivisi in bianchi e *brown*. Gli adipociti brown sono caratterizzati da una maggiore termogenesi, mentre gli adipociti bianchi tendono ad accumularsi. Il jet lag sociale è associato a diete povere di nutrienti e a orari dei pasti posticipati, da evitare negli individui con malattie croniche legate all'obesità.

CONCLUSIONI

Nonostante le evidenze che ne sottolineano l'importanza, la salute del sonno continua a essere poco riconosciuta a livello globale. È fondamentale stabilire obiettivi chiari per preservarla, ma questi non sono semplici da raggiungere. In primo luogo, è essenziale educare e sensibilizzare il pubblico sull'importanza del sonno. Ciò richiede lo sviluppo di programmi educativi e campagne di sensibilizzazione specifiche, oltre all'integrazione della salute del sonno nei corsi di studi medici. Inoltre, si potrebbero sfruttare risorse utili, come la biblioteca elettronica sul sonno dei National Institutes of Health, per diffondere informazioni. Un altro passo fondamentale è la standardizzazione e la centralizzazione dei dati di ricerca disponibili. Per creare politiche efficaci, è necessario avere accesso a dati globali completi riguardo al sonno. Ogni Paese dovrebbe aumentare, standardizzare e centralizzare le informazioni relative al sonno, inserendo domande pertinenti nelle indagini di popolazione già esistenti. Questo approccio dovrebbe considerare diverse dimensioni del sonno, dalla

durata e qualità fino alla presenza di disturbi specifici. Inoltre, è urgente sviluppare e attuare politiche di sanità pubblica dedicate alla salute del sonno in vari settori. Affinché il sonno venga considerato una priorità, deve essere riconosciuto come tale da organismi internazionali come l'OMS. Questo riconoscimento incoraggerà i Paesi a includere la salute del sonno nei loro programmi sanitari nazionali. È fondamentale che tutte le iniziative di sanità pubblica legate al sonno abbiano come obiettivo centrale l'equità nella salute.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Bubu, O. M., Andrade, A. G., Umasabor Bubu, O. Q., Hogan, M. M., Turner, A. D., de Leon, M. J., Ogedegbe, G., Ayappa, I., Jean-Louis, G., Jackson, M. L., Varga, A. W., & Osorio, R. S. (2020). Obstructive sleep apnea, cognition and Alzheimer's disease: A systematic review integrating three decades of multidisciplinary research. *Sleep Medicine Reviews*, 50, 101250. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2019.101250>
2. Chaput, J. P., McHill, A. W., Cox, R. C., Broussard, J. L., Dutil, C., da Costa, B. G. G., Sampasa-Kanyinga, H., & Wright, K. P. (2023). The role of insufficient sleep and circadian misalignment in obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, 19(2), 82–97. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00747-7>
3. Gent, T. C., Bandarabadi, M., Herrera, C. G., & Adamantidis, A. R. (2018). Thalamic dual control of sleep and wakefulness. *Nature Neuroscience*, 21(7), 974–984. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0164-7>
4. Hillman, D., Mitchell, S., Streatfeild, J., Burns, C., Bruck, D., & Pezzullo, L. (2018). The economic cost of inadequate sleep. *Sleep*, 41(8), zsy083. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsy083>
5. Huang, Y., Xu, Y. X., Shen, Y. T., Zhou, Y., Wan, Y. H., Tao, F. B., & Sun, Y. (2024). Sex-specific association between later circadian timing of food intake and adiposity among Chinese young adults living in real-world settings. *British Journal of Nutrition*, 132(12), 1629–1636. <https://doi.org/10.1017/S0007114524001636>
6. Itani, O., Kaneita, Y., Tokiya, M., Jike, M., Murata, A., Nakagome, S., Otsuka, Y., & Ohida, T. (2017). Short sleep duration, shift work, and actual

- days taken off work are predictive lifestyle risk factors for new-onset metabolic syndrome: A seven-year cohort study of 40,000 male workers. *Sleep Medicine*, 39, 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.07.027>
7. Krone, L. B., Yamagata, T., Blanco Duque, C., Guillaumin, M. C. C., Kahn, M. C., van der Vinne, V., McKillop, L. E., Tam, S. K. E., Peirson, S. N., Akerman, C. J., Hoerder-Suabedissen, A., Molnár, Z., & Vyazovskiy, V. V. (2021). A role for the cortex in sleep-wake regulation. *Nature Neuroscience*, 24(9), 1210–1215. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00894-6>
 8. Li, S. B., Damonte, V. M., Chen, C., Wang, G. X., Kebschull, J. M., Yamaguchi, H., Bian, W. J., Purmann, C., Pattni, R., Urban, A. E., Mourrain, P., Kauer, J. A., Scherrer, G., & de Lecea, L. (2022). Hyperexcitable arousal circuits drive sleep instability during aging. *Science*, 375(6583), eabh3021. <https://doi.org/10.1126/science.abh3021>
 9. Lim, D. C., Najafi, A., Afifi, L., Bassetti, C. L., Buysse, D. J., Han, F., Högl, B., Melaku, Y. A., Morin, C. M., Pack, A. I., Poyares, D., Somers, V. K., Eastwood, P. R., Zee, P. C., Jackson, C. L., & World Sleep Society Global Sleep Health Taskforce. (2023). The need to promote sleep health in public health agendas across the globe. *The Lancet Public Health*, 8(10), e820–e826. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(23\)00182-2](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(23)00182-2)
 10. Lohela, T. J., Lilius, T. O., & Nedergaard, M. (2022). The glymphatic system: Implications for drugs for central nervous system diseases. *Nature Reviews Drug Discovery*, 21(10), 763–779. <https://doi.org/10.1038/s41573-022-00500-9>
 11. Mutti, C., Malagutti, G., Maraglino, V., Misirocchi, F., Zilioli, A., Rausa, F., Pizzarotti, S., Spallazzi, M., Rosenzweig, I., & Parrino, L. (2023). Sleep pathologies and eating disorders: A crossroad for neurology, psychiatry and nutrition. *Nutrients*, 15(20), 4488. <https://doi.org/10.3390/nu15204488>
 12. Richards, K. C. (2009). Comorbid Alzheimer's disease and OSA: Does CPAP slow cognitive decline? *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 5(4), 310.
 13. Romigi, A., Franco, V., Scoditti, E., Milan, G., Ceriello, F., Centonze, D., & Garbarino, S. (2025). The effects of daylight-saving time and clock time transitions on sleep and sleepiness: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 84, 102161. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2025.102161>

14. Sara, S. J. (2017). Sleep to Remember. *The Journal of Neuroscience*, 37(3), 457–463. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0297-16.2017>
15. Szabo, A. B., Cretin, B., Gérard, F., Curot, J., Barbeau, E. J., Pariente, J., Dahan, L., & Valton, L. (2022). Sleep: The tip of the iceberg in the bidirectional link between Alzheimer's disease and epilepsy. *Frontiers in Neurology*, 13, 836292. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.836292>
16. Shokri-Kojori, E., Wang, G. J., Wiers, C. E., Demiral, S. B., Guo, M., Kim, S. W., Lindgren, E., Ramirez, V., Zehra, A., Freeman, C., Miller, G., Manza, P., Srivastava, T., De Santi, S., Tomasi, D., Benveniste, H., & Volkow, N. D. (2018). β -Amyloid accumulation in the human brain after one night of sleep deprivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(17), 4483–4488. <https://doi.org/10.1073/pnas.1721694115>
17. The Lancet. (2022). Waking up to the importance of sleep. *The Lancet*, 400(10357), 973. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01774-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01774-3)
18. Twenge, J. M., Hisler, G. C., & Krizan, Z. (2019). Associations between screen time and sleep duration are primarily driven by portable electronic devices: Evidence from a population-based study of U.S. children ages 0–17. *Sleep Medicine*, 56, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.11.009>
19. Zhang, Y., Fan, Y., Ma, Z., Wang, D., & Fan, F. (2023). Associations of social jetlag and insomnia symptoms with depressive symptoms among Chinese adolescents: A large population-based study. *Sleep Medicine*, 104, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.02.024>

LA DEPRIVAZIONE DI SONNO ED ECCESSIVA SONNOLENZA DIURNA: UNA PANDEMIA SOCIALE

Sergio Garbarino

Dipartimento di neuroscienze, riabilitazione, oftalmologia, genetica e scienze
materno-infantili, Università di Genova, Genova

ABSTRACT

Il sonno occupa circa un terzo della nostra vita, la sua quantità e qualità è strettamente correlata alla salute e alla sicurezza della popolazione generale e lavorativa. La “società delle 24 ore”, altamente tecnologica e informatizzata, caratterizzata da errati stili di vita, dalla social jet lag e da profonde modificazioni dell'organizzazione del lavoro (turni notturni, orari inusuali ed irregolari) è causa di privazione di sonno (DS) e disturbi del ritmo circadiano sonno-veglia. La DS è associata ad aumentato rischio di sviluppare patologie croniche, tra cui malattie cardiometaboliche, neoplastiche, autoimmuni, neurodegenerative, e ad un significativo incremento del rischio di incidenti/infortuni legati ad eccessiva sonnolenza diurna (ESD), rappresentando di per sé un problema socio-sanitario globale. La condizione medica più frequentemente associata a ESD è rappresentata dalle apnee ostruttive del sonno (OSA, Obstructive Sleep Apnea) che nei lavoratori aumenta di oltre il doppio il rischio di infortuni (OR=2.18). La relazione tra sonno, salute e sicurezza è cruciale e merita un'attenzione particolare da parte dei professionisti della salute e della comunità in generale. Una corretta igiene del sonno e programmi di promozione della salute del sonno sono il primo passo per una prevenzione efficace degli effetti negativi legati alla DS e alla ESD in ambito lavorativo, in particolare per lavoratori considerati a rischio per sé e per gli altri. Di contro risulta imprescindibile l'attività di screening per l'individuazione precoce dei

disturbi del sonno e di altre patologie causa di privazione cronica di sonno e ESD.

Keywords: *disturbi sonno, OSA, privazione sonno, eccessiva sonnolenza diurna, lavoro notturno, infortuni stradali.*

INTRODUZIONE

Il sonno occupa circa un terzo della nostra vita, la sua quantità e qualità è strettamente correlata alla salute e alla sicurezza. Studi condotti sulla popolazione generale mostrano un forte legame tra sonno, salute e privazione cronica di sonno, anche in relazione alle principali patologie croniche. Infatti, la privazione di sonno è stata associata ad alterazioni del sistema immunitario, e attraverso la produzione di fattori proinfiammatori (es. IL-1, IL-6, TNF TNF- α , PGD2 etc.), favorisce uno stato infiammatorio cronico con aumento del rischio di patologie, tra cui malattie cardiometaboliche, neoplastiche, autoimmuni e neurodegenerative. Inoltre, la privazione di sonno può interferire a sua volta con le performance quotidiane e lavorative, causando un incremento del rischio di incidenti/infortuni e una riduzione della qualità della vita, e perciò rappresentando un problema socio-sanitario globale. La durata delle ore di sonno notturno fisiologicamente si modifica nel corso del trascorrere delle diverse epoche di vita: nell'età adulta sono necessarie circa 7-8 ore. È stata riscontrata, soprattutto nell'ultimo secolo, una significativa riduzione della quantità di ore dormite, pari a circa un'ora rispetto alle generazioni precedenti, e in recenti studi viene confermato che nelle popolazioni lavorative, il 30% dei lavoratori tra i 30-64 anni e il 70% degli autotrasportatori in particolare, dorme meno di 6 ore. Si tratta invero di un fenomeno largamente diffuso nella nostra "società delle 24 ore" altamente tecnologica e informatizzata, che ha accelerato a dismisura il ritmo della vita. Errati stili di vita e di organizzazione del lavoro (turni notturni, orari inusuali) comportano un ciclo sonno-veglia irregolare, che van ben oltre i limiti della fisiologia tollerabilità. Tutto ciò, favorisce l'accumulo di debito di sonno,

sottoponendo il nostro organismo a uno stress enorme e compromettendo i livelli di vigilanza e attenzione necessari allo svolgimento di ogni attività, inclusa quella lavorativa. In sintesi, l'uomo contemporaneo è un deprivato cronico di sonno, con il reale rischio di compromettere in modo determinante la performance, favorendo l'errore umano, incidenti e infortuni sul lavoro.

Ma da dove nasce questo problema? Storicamente nasce con l'avvento dell'energia elettrica: dati della letteratura mostrano che da quando l'uomo, per sua natura "animale diurno", ha iniziato ad "invadere" la notte, ha prodotto inevitabilmente rilevanti cambiamenti sia nella vita privata che lavorativa, ovvero una deprivazione/sfasamento del sonno notturno; il primo grande rilevante cambiamento in questo senso lo abbiamo riscontrato poi intorno agli anni 90, con la diffusione di massa dei personal computer (PC), successivamente con i tablet, e infine con gli smartphone, il cui uso intensivo sta drammaticamente modificando l'utilizzo del tempo, perturbando il ciclo sonno-veglia e il sonno notturno. Questo fenomeno non riguarda solo gli adulti ma anche la generazione cosiddetta zeta, cresciuta durante la transizione tecnologica, quella per intenderci dei "nativi digitali".

IL MECCANISMO DI REGOLAZIONE DEL CICLO SONNO-VEGLIA E LA MELATONINA

Il ciclo sonno-veglia è regolato dall'interazione di due fattori indipendenti, quello circadiano (processo C), che descrive la propensione al sonno al variare delle ore del giorno, e quello omeostatico (processo S), che esprime la quantità e la qualità della veglia precedente. Il fattore omeostatico è determinato dalla lunghezza del tempo di veglia che precede il sonno, che si accumula progressivamente e il bisogno di dormire viene scaricato con andamento esponenziale nelle prime ore della notte (sonno Nrem-N3) nel corso del sonno successivo.

Questi due fattori interagiscono a loro volta con i sincronizzatori esterni: ambientali (l'esposizione alla luce e al buio), sociali (stili di vita, organizzazione del lavoro) e fattori genetici, (genere, età). Nell'uomo adulto, in condizioni fisiologiche normali, il livello di vigilanza oscilla nel corso delle 24 ore descrivendo una curva in funzione del tempo, con un picco di massima sonnolenza nelle ore notturne (si parla di "porta del sonno principale") intorno

alle ore 23:00 ed uno minore nelle ore del primo pomeriggio (“porta del sonno secondaria”) fra le ore 14:00 e le 16:00. Entrambe le porte sono precedute da periodi di elevata vigilanza, in cui è più difficile addormentarsi, ovvero alle ore 11:00 e alle ore 19:00 circa.

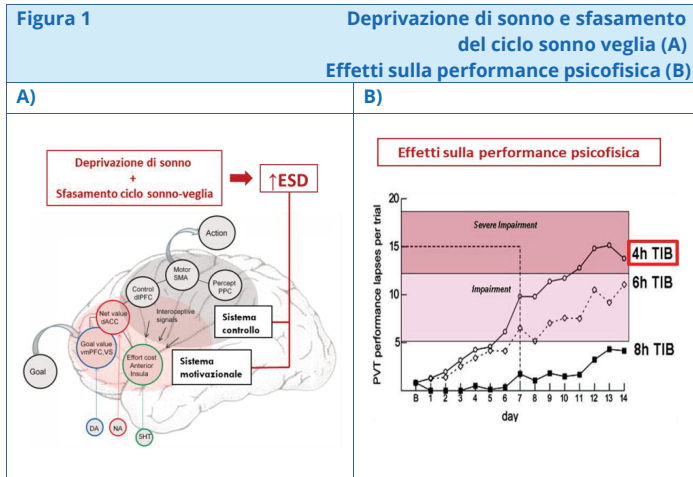
La melatonina regola il clock centrale circadiano del ciclo sonno-veglia (nuclei sovra-chiasmatici dell’ipotalamo): è un ormone sintetizzato principalmente dalla ghiandola pineale a partire dalla serotonina e il suo rilascio è regolato dall’alternanza luce-buio. Durante il giorno, l’esposizione alla luce inibisce la produzione di melatonina tramite un segnale trasmesso dalla retina alla ghiandola pineale. Al contrario, di notte, la produzione di melatonina aumenta significativamente. Pertanto, l’esposizione alla luce intensa (luce blu) emanata dai dispositivi elettronici, soprattutto dagli schermi degli smartphone, nella tarda serata e nelle prime ore notturne interrompe significativamente questa “regia” e quel mirabile meccanismo di bilanciamento tra l’innescò del sonno notturno e il declino della veglia.

SOCIAL JET LAG E LAVORO

La social jet lag rappresenta il disallineamento tra il ritmo biologico interno (il cronotipo o “orologio naturale”) e i ritmi imposti dalla società (lavoro, scuola, impegni sociali). Pur non costituendo da un punto di vista nosografico un vero e proprio disturbo del sonno, essa risulta un fenomeno pervasivo che riguarda larga parte della società. Durante la settimana noi dormiamo una quantità di ore notturne complessivamente minore rispetto a quello che accade nel fine settimana o nelle giornate non lavorative. In uno studio condotto su un largo campione della popolazione lavorativa europea (20-65 anni) emerge in modo evidente lo scostamento tra le ore dormite durante i giorni lavorativi rispetto a quelle destinate al riposo nei giorni festivi, e si rileva in modo altrettanto chiaro quanto il costante recupero del sonno notturno del fine settimana sia incompleto. In sostanza si arriva a dormire anche 2 ore o più in meno durante i giorni di lavoro rispetto ai giorni liberi. Quindi, se consideriamo un’ora in meno ogni giorno di riposo notturno, avremo una privazione di sonno quasi 1 notte alla settimana.

ECCESSIVA SONNOLENZA DIURNA E RISCHIO DI INCIDENTI STRADALI E INFORTUNI SUL LAVORO

Periodi di veglia prolungata, come quelli vissuti per esempio nell'attività lavorativa protratta fino a orari inusuali, o nell'ambito del lavoro a turni e notturno, implicano un debito di sonno che, se non adeguatamente compensato, determina eccessiva sonnolenza diurna (Esd). Questo "dazio" viene pagato durante i giorni successivi con un ridotto livello di vigilanza e Esd in momenti inappropriati, quando cioè non dovremmo addormentarci, in particolar modo in condizioni di rilassamento ossia quando il soggetto riduce il suo stato di iperattivazione legato alle attività quotidiane. Se questo sintomo si presenta costantemente, si trasforma chiaramente in un problema disfunzionale. L'Esd viene definita dall'American Academy of sleep medicine come "l'incapacità di mantenere la vigilanza e l'attenzione durante la veglia diurna, con episodi di sonno che si verificano involontariamente o in momenti inappropriati quasi ogni giorno per almeno tre mesi". La deprivazione di sonno e lo sfasamento del ciclo sonno-veglia incrementano l'Esd, che a sua volta interagisce negativamente con il sistema di controllo cognitivo e motivazionale a livello cerebrale a causa della desincronizzazione cronica fra gli orologi biologici endogeni (centrale e periferici). Durante l'attività psicomotoria quotidiana la componente razionale viene costantemente bilanciata con quella motivazionale: lo sbilanciamento di questi due sistemi provoca effetti negativi sulla performance psicofisica e, in determinate condizioni, incrementa il rischio di errori, incidenti stradali e infortuni sul lavoro (Figura 1).



La Figura 1, a sinistra (A), mostra la deprivazione di sonno che, sommata allo sfasamento del ciclo sonno-veglia incrementa l'eccessiva sonnolenza diurna e questa, a sua volta, interagisce negativamente con il sistema di controllo cognitivo e motivazionale a livello cerebrale. A destra (B), la figura 1 mostra gli effetti della ESD sulla performance psicofisica mediante tempi di reazione. Si osserva l'incremento esponenziale di errori con il trascorrere delle ore del giorno a seguito di un sonno notturno minore di 4 ore.

Dati della letteratura indicano l'Esd come un importante fattore di rischio di incidenti stradali: in Italia si stima sia responsabile di circa il 22% e con una mortalità elevata rispetto ad incidenti dovuti ad altre cause (11.4% vs 5.6%). Uno studio condotto sulla rete stradale italiana e che prende in considerazione un ampio numero di autotrasportatori, ha dimostrato che elevati livelli di ESD correlano drammaticamente sia con gli incidenti stradali che con i near-miss.

La più frequente causa medica di ESD è rappresentata dalle apnee ostruttive nel sonno (*Osa-Obstructive Sleep Apnea*), seguite da altri disturbi del sonno (insonnia, sindrome delle gambe senza riposo e narcolessia). Sappiamo anche che l'Osa

rapresenta un fattore di rischio significativo per incidenti stradali e infortuni sul lavoro. A questo proposito, una revisione sistematica della letteratura con metanalisi indica che circa il 13% degli infortuni sul lavoro è attribuibile ai disturbi del sonno e che i lavoratori con Osa presentano un rischio aumentato di infortuni sul lavoro (OR di 2.18) rispetto ai controlli. Facendo riferimento a dati riportati nella recente Relazione Annuale Inail pubblicata nel 2024, è possibile stimare che in Italia gli infortuni totali lavoro-correlati attribuibili a disturbi del sonno siano circa 77.000, e quelli stradali lavoro-correlati, circa 46.000.

IL LAVORO NOTTURNO: CAUSA DI DEPRIVAZIONE DI SONNO E SFASAMENTO CICLO SONNO-VEGLIA

Il lavoro a turni e notturno è stato da sempre utilizzato dalla nostra società in quei settori lavorativi considerati essenziali per il suo funzionamento come sanità, trasporti, sicurezza e telecomunicazioni. Solo negli ultimi decenni le cosiddette società tecnologicamente avanzate, principalmente per ragioni legate a produttività e competitività e grazie alla connessione globale costante, “possono funzionare” 24/24 h, 7 giorni su 7 per 365 giorni l'anno, estendendo la modalità del lavoro notturno inevitabilmente anche ad altri settori (industriale, economico-finanziario, alimentare, energetico e terziario). Contrariamente al modello di attività diurna, il lavoro notturno interferisce con numerose funzioni biologiche che seguono un ritmo di 24 ore, in particolare il ciclo sonno-veglia. Inoltre, la regolarità e la durata dei turni di lavoro, compresi quelli notturni, sono considerate elementi chiave che influenzano le performance, la sicurezza e la salute. Le metanalisi della letteratura indicano che la prevalenza del disturbo da lavoro a turni è piuttosto elevata, si stima circa il 26,5%. Questo elevato tasso, unito alla crescente produttività e competitività che giustificano l'aumento del lavoro notturno, ha portato a trascurare l'aspetto umano. Pertanto, è fondamentale porci domande importanti, quali ad esempio: Come ha reagito il lavoratore a questi profondi cambiamenti sociali? In che modo il lavoro notturno e la conseguente mancanza di sonno influenzano il benessere, la salute e la sicurezza dei lavoratori?

I dati di letteratura mostrano che una persona che dorme normalmente durante la notte (cioè che gode di un buon sonno di qualità e quantità) ha un'alta efficienza e una buona prontezza e commette, quindi, pochi errori. Al contrario,

chi lavora di notte e recupera il sonno al mattino, anche se dorme lo stesso numero di ore, non raggiunge la stessa efficienza e presenta diverse problematiche evidenti durante il giorno, facilmente riscontrabili con test sui tempi di reazione. Il lavoro notturno influisce negativamente sulle performance cognitive e lavorative, ma la scelta del tipo di rotazione dei turni può attenuare questi effetti: è preferibile lo schema organizzativo dei turni che prevede mattino-pomeriggio-notte rispetto allo schema pomeriggio-mattino-notte.

Secondo il Report annuale Inail del 2024, è significativo il confronto tra le percentuali di infortuni sul lavoro che si verificano di giorno rispetto a quelli notturni. Escludendo il 2020, anno in cui si è registrata una riduzione degli infortuni stradali "mortalità" a seguito delle restrizioni di mobilità dovute alla pandemia da Covid-19, si osserva una diminuzione generale degli incidenti stradali lavoro-correlati nel periodo dal 2020 al 2022. Tuttavia, nello stesso periodo, gli infortuni che accadono durante la notte mostrano un trend in aumento. Questo dato preliminare ci induce ad approfondire e migliorare le metodiche di analisi statistica per trovare la soluzione del problema.

LA PRIORITÀ DELLA SLEEP HEALTH NELLA PREVENZIONE IN AMBITO LAVORATIVO

La relazione tra sonno, salute e sicurezza è cruciale e merita un'attenzione particolare da parte dei professionisti della salute e della comunità in generale. Una corretta igiene del sonno costituisce senza dubbio il primo passo verso una prevenzione efficace degli effetti negativi legati alla privazione di sonno, sia nella popolazione generale che in ambito lavorativo, con particolare riguardo ai lavoratori considerati a rischio, per sé e per gli altri. L'igiene del sonno dovrebbe essere raccomandata e attuata soprattutto nei suoi punti fondamentali: a) stili di vita e abitudini di sonno e veglia corretti; b) organizzazione del lavoro con turni e pause adeguati ai ritmi circadiani; c) dieta mediterranea; d) attività fisica moderata; e) sonnellino (nap). Il *nap*, in particolare, rappresenta la misura più efficace per la prevenzione di incidenti/infortuni dovuti a ESD. Uno studio prospettico italiano condotto su un'ampia popolazione di turnisti ha dimostrato che un sonnellino di circa un'ora prima del turno di lavoro notturno sembra

essere un'efficace contromisura al deterioramento della vigilanza e della performance psicofisica, riducendo di circa il 38-40% il rischio di incidenti/infortuni. Un ruolo di primo piano gioca in quest'ambito la promozione della salute del sonno mediante campagne di formazione/informazione rivolte ai lavoratori, in quanto sembra essere uno degli strumenti più efficaci e a basso costo a nostra disposizione per migliorare il benessere psicofisico, la salute del lavoratore e ridurre il rischio di infortuni.

Tuttavia va sottolineato che le contromisure da adottare possono ridurre, ma non necessariamente eliminare, gli esiti negativi associati alla durata dei turni di lavoro notturno; il monitoraggio dei loro effetti è importante per determinare la loro efficacia, identificare qualsiasi conseguenza non voluta e valutare le opportunità di miglioramento, così come lo sviluppo di strategie riguardanti le contromisure e la loro applicazione dovrebbe essere guidato da una valutazione dei rischi da gestire. Di contro risulta imprescindibile l'attività di screening per l'individuazione precoce dei disturbi del sonno e di altre patologie causa di privazione cronica di sonno e ESD.

CONCLUSIONI

La maggior parte degli studi valutano la privazione di sonno e l'Eds con metodi soggettivi, mentre è convinzione comune che sia doveroso cercare soluzioni innovative e sostenibili. A questa criticità ha cercato di rispondere il progetto *OshRo@d*, coordinato da Sapienza Università di Roma (Dipartimento di scienze odontostomatologiche e maxillo-facciali) e dal Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale dell'Inail che ha visto, per la prima volta, la realizzazione di una collaborazione di diversi Enti e Istituzioni che si occupano di aspetti di sanità, lavoro, sostenibilità e incidentalità stradale, tra i quali anche il Dipartimento di neuroscienze, riabilitazione, oftalmologia, genetica e scienze materno-infantili dell'Università di Genova. Il progetto ha avuto come obiettivo generale, declinato in cinque sotto-obiettivi e complessivamente condotto attraverso un approccio interdisciplinare, la sperimentazione di metodologie e tecnologie innovative per la gestione delle cause antropiche di incidentalità stradale anche lavoro-correlata, con un focus specifico sul rischio emergente dell'Osa con la conseguente privazione di sonno e ESD.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Appleton, S. L., Gill, T. K., Lang, C. J., Taylor, A. W., et al. (2018). Prevalence and comorbidity of sleep conditions in Australian adults: 2016 Sleep Health Foundation national survey. *Sleep Health*, 4(1), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.10.006>
2. Bauducco, S., Pillion, M., Bartel, K., et al. (2024). A bidirectional model of sleep and technology use: A theoretical review of how much, for whom, and which mechanisms. *Sleep Medicine Reviews*, 76, 101933. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2024.101933>
3. Borbély, A. A., Daan, S., Wirz Justice, A., et al. (2016). The two-process model of sleep regulation: A reappraisal. *Journal of Sleep Research*, 25(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
4. Foster, R. G., Peirson, S. N., Wulff, K., et al. (2013). Sleep and circadian rhythm disruption in social jetlag and mental illness. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 119, 325–346. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396971-2.00011-7>
5. Garbarino, S., Durando, P., Guglielmi, O., et al. (2016). Sleep apnea, sleep debt and daytime sleepiness are independently associated with road accidents: A cross-sectional study on truck drivers. *PLOS ONE*, 11(11), e0166262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166262>
6. Garbarino, S., Guglielmi, O., Sanna, A., et al. (2016). Risk of occupational accidents in workers with obstructive sleep apnea: Systematic review and meta-analysis. *Sleep*, 39(6), 1211–1218. <https://doi.org/10.5665/sleep.5834>
7. Garbarino, S., Lanteri, P., Bragazzi, N. L., et al. (2021). Role of sleep deprivation in immune-related disease risk and outcomes. *Communications Biology*, 4(1), 1304. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02825-4>
8. Garbarino, S., Lanteri, P., Durando, P., et al. (2016). Co-morbidity, mortality, quality of life and the healthcare/welfare/social costs of disordered sleep: A rapid review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(8), 831. <https://doi.org/10.3390/ijerph13080831>

9. Garbarino, S., Mascialino, B., Penco, M. A., et al. (2004). Professional shift work drivers who adopt prophylactic naps can reduce the risk of car accidents during night work. *Sleep*, 27(7), 1295–1302. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1295>
10. Garbarino, S., Nobili, L., & Costa, G. (Eds.). (2014). *Sleepiness and human impact assessment*. Springer.
11. Garbarino, S., Nobili, L., Beelke, M., et al. (2001). The contributing role of sleepiness in highway vehicle accidents. *Sleep*, 24(2), 203–206.
12. Gurubhagavatula, I., Barger, L. K., Barnes, C. M., et al. (2021). Guiding principles for determining work shift duration and addressing its effects on performance, safety and health. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 17(11), 2283–2306. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9512>
13. Hawkes, R. E., Sugavanam, T., Benton, J. S., et al. (2025). Which individually directed non-pharmacological interventions improve sleep outcomes in shift workers? A systematic review of systematic reviews. *Sleep Medicine Reviews*, 102, 102110. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2025.102110>
14. American Academy of Sleep Medicine. (2014). *International Classification of Sleep Disorders* (3rd ed.).
15. Kok, A. (2022). Cognitive control, motivation and fatigue: A cognitive neuroscience perspective. *Brain and Cognition*, 160, 105880. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2022.105880>
16. Kecklund, G., & Axelsson, J. (2016). Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*, 355, i5210. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>
17. Lavie, P. (1986). Ultrashort sleep-waking schedule. III. Gates and “forbidden zones” for sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 63(5), 414–425. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(86\)90123-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(86)90123-9)
18. Meyer, N., Harvey, A. G., Lockley, S. W., et al. (2022). Circadian rhythms and disorders of the timing of sleep. *The Lancet*, 400(10357), 1061–1078. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00877-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00877-7)
19. Pallesen, S., Bjorvatn, B., Waage, S., et al. (2021). Prevalence of shift work disorder: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, 638252. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.638252>

20. Roenneberg, T. (2023). How can social jetlag affect health? *Nature Reviews Endocrinology*, 19(7), 383–384. <https://doi.org/10.1038/s41574-023-00851-2>
21. Uehli, K., Mehta, A. J., Miedinger, D., et al. (2014). Sleep problems and work injuries: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 18(1), 61–73. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2013.01.004>
22. Weston, G., Zilanawala, A., Webb, E., et al. (2024). Work hours, weekend working, nonstandard work schedules and sleep quantity and quality. *BMC Public Health*, 24(1), 309. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17762-0>

LE APNEE NOTTURNE: DAI DATI AL SOSPETTO DIAGNOSTICO

Agnese Martini

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, Inail, Roma

ABSTRACT

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) è una condizione clinica di crescente rilevanza, caratterizzata da episodi ripetuti di ostruzione delle vie aeree superiori durante il sonno. Questi eventi provocano micro-risvegli e alterazioni nell'architettura del sonno, con conseguenze significative per la salute e la sicurezza pubblica e la salute e sicurezza sul lavoro. In Italia, circa 24 milioni di persone soffrono di Osa, di questi circa 12 milioni presentano forme moderate e gravi, ma solo il 4% viene diagnosticato e il 2% trattato. L'obesità e fattori socioeconomici rappresentano importanti cofattori di rischio. La diagnosi precoce, in particolare la formulazione del sospetto diagnostico e un trattamento appropriato e precoce sono essenziali per prevenire complicazioni a lungo termine. Questo contributo esamina le caratteristiche cliniche, epidemiologiche e diagnostiche dell'Osa, sottolineando l'importanza della web-app Sleep@s-app nella formulazione del sospetto diagnostico e il ruolo cruciale del medico competente quale "sentinella epidemiologica" della Sindrome, e quale motore di promozione della salute e del benessere dei lavoratori.

Keywords: *disturbi sonno, Osa, fattori di rischio dell'Osa, conseguenze e complicanze dell'Osa, formulazione del sospetto diagnostico, medico competente, sentinella epidemiologica, Sleep@s-app.*

IL FENOMENO DEL SONNO: UN'ANALISI COMPLESSA

Il sonno rappresenta un fenomeno di notevole complessità, difficile da caratterizzare in modo univoco. Due aspetti fondamentali possono essere utilizzati per descrivere il sonno: la quantità e la qualità. La quantità di sonno è un parametro facilmente misurabile. Sono disponibili diversi strumenti, come i misuratori indossabili, che facilitano la registrazione delle ore di sonno. Le linee guida della National Sleep Foundation indicano che gli adulti dovrebbero mirare a un sonno compreso tra le 7 e le 9 ore per notte. Per quanto riguarda la qualità del sonno, invece, i parametri da considerare sono molteplici e attualmente non esiste un consenso ampio sui criteri di valutazione. Tuttavia, è noto che numerosi fattori possono influenzare sia la qualità che la quantità del sonno. I fattori biologici, come l'età e il sesso, possono alterare i pattern di sonno. Anche le patologie sistemiche e i disturbi del sonno, come l'apnea notturna, possono compromettere significativamente la qualità del sonno. Inoltre, fattori ambientali, come le ondate di calore, hanno un impatto sulla qualità del sonno, con temperature elevate che possono ridurre il comfort notturno. I fattori socioeconomici, come il lavoro e lo stato economico, influenzano l'accesso a risorse per migliorare le condizioni di sonno. Infine, lo stile di vita, comprese le abitudini alimentari e il consumo di alcol e caffeina, gioca un ruolo cruciale, poiché alterazioni in queste aree possono perturbare il nostro orologio interno. In sintesi, il sonno è un fenomeno multifattoriale influenzato da elementi biologici, patologici, ambientali, socioeconomici, legati allo stile di vita e psicologici. Comprendere questi fattori è fondamentale per promuovere una migliore salute del sonno. Gli studi sui fattori determinanti del sonno naturale sono un campo di ricerca complesso ma altamente frammentato: molti studi hanno combinato solo alcune categorie di fattori, ogni revisione presenta un diverso livello di aggregazione, diversi gruppi target e risultati su diversi parametri del sonno. Inoltre, quasi tutti i fattori determinanti sembrano avere dimensioni diverse che portano a risultati diversi sul sonno, ad esempio l'esercizio fisico ha le dimensioni di tipo, durata, intensità e regolarità dell'allenamento. A complicare ulteriormente le cose, diversi fattori determinanti interferiscono tra loro in relazione al sonno, ad esempio l'umore

modera la relazione tra attività fisica e sonno, mentre la regolazione dell'umore stessa può essere classificata come un fattore determinante del sonno.

In sintesi, il sonno è un fenomeno altamente complesso e quando si studiano i fattori determinanti del sonno, dovremmo valorizzarne la complessità invece di limitare le interpretazioni a definizioni univoche dei parametri o dei fattori determinanti.

I principali determinanti che impattano sul sonno includono fattori biologici, ambientali, comportamentali e psicologici: a) fattori biologici e patologici quali età, genere, malattie sistemiche (come disturbi della tiroide, scompenso cardiaco, ipertensione), malattie del sonno, disturbi dell'umore (ansia, depressione); b) fattori ambientali (ad es. temperatura, luminosità, rumore, umidità, comfort, qualità dell'aria, esposizione a luce blu da dispositivi elettronici prima di dormire, etc.); c) fattori socio-economici (ad es. il lavoro, lo status socio-economico, le relazioni sociali, etc.); d) stile di vita e abitudini alimentari: consumo di caffè, alcol, nicotina, cibi pesanti o ricchi di grassi e zuccheri prima di coricarsi, orari irregolari, attività fisica nelle ore serali, gestione dello stress; e) ritmo circadiano: il nostro orologio biologico interno regola i cicli sonno-veglia, alterazioni come jet lag o lavoro a turni possono disturbare il sonno; f) fattori psicologici: stress, ansia, depressione, eventi di vita stressanti (lutti, trasferimenti) e g) farmaci e sostanze: alcuni farmaci (steroidi, antidepressivi, diuretici) e sostanze stimolanti.

DISTURBI DEL SONNO E DISTURBI RESPIRATORI DEL SONNO: LA SINDROME DELLE APNEE OSTRUTTIVE

I disturbi del sonno rappresentano un insieme di patologie caratterizzate da alterazioni della qualità, della quantità e dei ritmi sonno-veglia, che possono influenzare negativamente la salute fisica e mentale degli individui. I disturbi del sonno sono classificati, secondo il Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5), in diverse categorie, ognuna caratterizzata da manifestazioni cliniche diversificate e da specifiche implicazioni per la salute e sicurezza (ad es. insonnia, narcolessia, disturbi del ritmo circadiano come il jet lag o il lavoro a turni, etc.). Tra i disturbi del sonno sono compresi anche i disturbi respiratori del sonno, che comprendono condizioni patologiche diversificate caratterizzate da episodi ripetuti di ostruzione delle vie aeree superiori durante il sonno, con una

significativa compromissione della respirazione e conseguente alterazione nello scambio di gas, nonché riduzione dei livelli di ossigeno e aumento dell'anidride carbonica nel sangue. Tra questi ultimi, la sindrome delle apnee ostruttive del sonno (*Obstructive Sleep Apnea Syndrome - Osa*) rappresenta una delle condizioni più comuni e clinicamente rilevanti. L'Osa, caratterizzata da episodi di ostruzione delle vie aeree superiori durante il sonno, che compromettono la respirazione e alterano la qualità del sonno, è definita come una condizione grave e potenzialmente fatale, contraddistinta da episodi ripetuti di chiusura parziale o totale delle vie aeree superiori, con una durata superiore a 10 secondi. Questi episodi portano a micro-risvegli che alterano l'architettura e provocano la frammentazione del sonno, causando una riduzione della sua qualità/qualità e provocando conseguentemente una eccessiva sonnolenza diurna (*Excessive Daytime Sleepiness - EDS*). Infatti, l'alterazione dello scambio di gas che provoca una riduzione dei livelli di ossigeno e un aumento dell'anidride carbonica nel sangue stimola i chemiorecettori, generando risvegli improvvisi e ricorrenti. La sindrome delle apnee ostruttive del sonno è caratterizzata da sintomi quali il russamento, che può essere forte e alternato a pause (apnee) segno di ostruzione, eccessiva sonnolenza diurna, episodi di soffocamento notturni, mal di testa al risveglio, secchezza orale, irritabilità, aumento della pressione arteriosa e difficoltà di memoria.

L'Osa riconosce un'eziopatogenesi multifattoriale, in cui alterazioni anatomiche, neuromuscolari e del controllo ventilatorio interagiscono nel determinare il collasso delle vie aeree superiori durante il sonno, con conseguente ipossia intermittente, ipercapnia, risvegli ripetuti e sviluppo di importanti complicanze sistemiche, in particolare cardiovascolari, metaboliche e neurocognitive. L'Osa è il risultato dell'interazione tra fattori anatomici, funzionali e di controllo respiratorio, che rendono le vie aeree superiori suscettibili al collasso durante il sonno. Dal punto di vista anatomico, uno spazio orofaringeo ristretto, l'ipertrofia dei tessuti molli (palato molle, lingua) e l'accumulo di grasso nel collo e nella lingua, frequente nei soggetti obesi, riducono il calibro faringeo e aumentano la tendenza alla chiusura delle vie aeree. Anomalie scheletriche, come mandibola corta o retro-posizionata e mascellare arretrato, contribuiscono ulteriormente alla ostruzione restringendo lo spazio retrofaringeo. Dal punto di vista neuromuscolare, i pazienti con Osa dipendono in modo marcato dall'attività dei

muscoli dilatatori faringei per mantenere la pervietà delle vie aeree durante il sonno; la riduzione fisiologica del tono all'addormentamento, particolarmente marcata nella fase Rem, favorisce gli eventi ostruttivi. Farmaci come sedativi e consumo di alcol possono deprimere ulteriormente le risposte neuromuscolari all'ostruzione, aumentando la collassabilità delle vie aeree. Le risposte dei muscoli delle vie aeree sono modulate da feedback sensoriali e da fattori infiammatori: nei soggetti obesi, l'aumento di citochine pro-infiammatorie (ad esempio TNF- α) e di leptina, spesso correlato all'indice di apnea-ipopnea, è stato associato a una ridotta efficacia neuromuscolare e a un aggravamento dell'Osa. Un ulteriore elemento chiave è rappresentato dall'instabilità del controllo ventilatorio, quantificata dal "loop gain", ossia la sensibilità del sistema respiratorio alle variazioni dei gas ematici. Nei soggetti con loop gain elevato, minimi cambiamenti di CO₂ inducono risposte ventilatorie eccessive che determinano iperventilazione, riduzione marcata della CO₂ (ipocapnia), inibizione dello stimolo respiratorio e nuova insorgenza di apnea, istaurando un circolo vizioso che perpetua gli eventi ostruttivi e, in alcuni casi, anche quelli centrali. La successione di ostruzione delle vie aeree, ipossia e ipercapnia, seguita da micro-risvegli che ripristinano temporaneamente il tono muscolare faringeo, si traduce in un sonno altamente frammentato. Nel lungo termine, questa combinazione di stress ossidativo, attivazione simpatica, infiammazione sistemica e alterazioni metaboliche contribuisce all'aumento del rischio di ipertensione, malattia coronarica, scompenso cardiaco, aritmie, diabete e disfunzioni cognitive associati all'Osa.

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno è una condizione cronica e complessa, caratterizzata da un'evoluzione fisiopatologica continua che coinvolge molteplici sistemi dell'organismo. Il ciclo patologico si sviluppa gradualmente, partendo da una fase asintomatica, nella quale il soggetto presenta fattori predisponenti come obesità, anomalie craniofacciali, alterazioni neuromuscolari o disfunzioni anatomiche delle vie aeree superiori. In una successiva fase di suscettibilità, si manifestano episodi di russamento intermittente, primo segnale di un aumento delle resistenze delle vie aeree superiori durante il sonno. Questi episodi possono progredire fino a una fase pre-sintomatica, caratterizzata da un aggravamento progressivo dell'ostruzione e dalla comparsa di micro-risvegli ripetuti, responsabili di frammentazione del sonno e ipossia intermittente. Nel tempo, tale meccanismo determina un rimodellamento fisiopatologico sistemico: la disfunzione endoteliale e lo stato

infiammatorio cronico derivanti dalle alterazioni dell'ossigenazione plasmatica hanno un impatto significativo sul metabolismo glucidico e lipidico, sul sistema cardiovascolare e sul tono neurovegetativo. Questi processi portano alla comparsa di comorbidità cardiovascolari, metaboliche e neurocognitive e favoriscono un invecchiamento biologico accelerato. La fase terminale del continuum fisiopatologico dell'Osa è caratterizzata da un aumento del rischio di eventi cardiovascolari maggiori, deterioramento cognitivo e peggioramento della qualità di vita, fino al possibile esito fatale nei soggetti più vulnerabili. Una gestione a lungo termine efficace, basata su strategie terapeutiche integrate e sul controllo delle comorbidità, risulta quindi essenziale nel modificare la prognosi e nel ridurre la mortalità associata alla sindrome.

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno è una delle patologie del sonno più rilevanti per il suo impatto sulla salute pubblica e occupazionale e per la sua rilevanza epidemiologica. Si stima che un miliardo di adulti nel mondo ne sia affetto, e in Italia, circa 24 milioni di persone soffrono di questa sindrome, di cui circa 12 milioni con forme moderate-gravi. La prevalenza della malattia è particolarmente preoccupante in ambito lavorativo, dove le conseguenze della sonnolenza diurna possono tradursi in un aumento degli incidenti e in una riduzione della produttività. Solo il 4% dei soggetti con Osa moderata-grave viene diagnosticato e solo il 2% dei soggetti viene trattato adeguatamente. Questi dati mostrano che risulta fondamentale mettere in atto azioni di educazione sanitaria che aumentino la conoscenza, consapevolezza e attenzione sulla sindrome sia da parte dei professionisti della salute, che da parte dei cittadini/lavoratori, visto l'impatto che la sindrome ha sulla salute, sicurezza e benessere generale del paziente/lavoratore. L'obesità è un importante fattore di rischio per Osa. Secondo uno studio pubblicato nel maggio 2025, il 56% di una popolazione di 13.000 soggetti presentava forme di Osa. Tra i pazienti con Osa, il 31% era obeso, mentre il 44% risultava in sovrappeso. Questi dati indicano che l'obesità e il sovrappeso sono correlati a un aumento del rischio di sviluppare la sindrome. Inoltre, l'Osa è associata a comorbidità che comportano un peso economico significativo e un aumento dei costi sanitari. Altri fattori di rischio includono: a) età avanzata, infatti, la prevalenza della sindrome aumenta con l'età, in parte a causa della perdita di tono muscolare delle vie aeree superiori, ed è particolarmente frequente in età lavorativa; b)

genere, infatti, negli uomini si registra una prevalenza più alta rispetto alle donne, anche se il rischio femminile aumenta dopo la menopausa; c) stili di vita inadeguati (es. fumo, consumo di alcol e uso di sedativi ipnotici, etc.) possono esacerbare i sintomi.

Il caso studio di Mario Rossi: far conoscere Osa

La perdita prolungata di sonno e i disturbi del sonno, in particolare le apnee ostruttive del sonno, rappresentano un problema frequentemente trascurato e associato a gravi complicanze per la salute, come l'aumento del rischio di ipertensione, diabete, obesità, depressione, attacchi cardiaci e ictus. La frammentazione del sonno causata dalla sindrome delle apnee ostruttive del sonno conduce a una marcata sonnolenza diurna, con conseguenze significative: quasi il 20% delle lesioni gravi da incidenti stradali è legato alla sonnolenza dei conducenti. Questa difficoltà nel mantenere la concentrazione espone le persone a un rischio doppio di infortuni sul lavoro rispetto agli individui non affetti da tali disturbi. Nel presente caso studio, si esamina la situazione di Mario Rossi: la sua storia serve a illustrare l'impatto di Osa sulla vita lavorativa e quotidiana, sottolineando l'importanza di una diagnosi precoce e di un intervento adeguato per affrontare le conseguenze devastanti di questa condizione sanitaria. Mario Rossi, un tecnico, si trova ad affrontare una serie di sfide cliniche. Affetto da obesità, presenta una qualità del sonno compromessa e lavora in un ambiente che lo espone a un rischio di infortuni elevato. Negli ultimi quattro anni, inoltre, Mario ha registrato un significativo aumento di peso, cambiamento che non può essere attribuito a variazioni nella sua alimentazione. Questo panorama è ulteriormente complicato da una crisi coniugale e da un infortunio sul lavoro, che hanno influito negativamente sulla sua vita. Mario Rossi soffre anche di ipertensione arteriosa resistente ai farmaci, un problema che aggrava la sua situazione. La condizione di salute di Mario è emblematicamente rappresentativa dell'Osa, una patologia sottodiagnosticata e sotto trattata. Tra i sintomi più evidenti, il russamento emerge come un segnale cruciale, ma non è l'unico. L'eccessiva sonnolenza diurna rappresenta un sintomo grave, che compromette non solo la qualità del sonno ma anche la sua capacità di svolgere le normali attività quotidiane e lavorative. Altri sintomi, come la sensazione di soffocamento e le apnee notturne, si aggiungono a un quadro già complesso, insieme a disturbi meno comuni come la secchezza della bocca. Questo insieme di manifestazioni rende l'Osa una condizione

particolarmente insidiosa, spesso definita un'epidemia silenziosa, poiché molti pazienti non ricevono la diagnosi e il trattamento necessari.

FORMULAZIONE DEL SOSPETTO DIAGNOSTICO DI Osa: RUOLO DEL MEDICO COMPETENTE QUALE SENTINELLA EPIDEMIOLOGICA

La formulazione del sospetto diagnostico è cruciale per affrontare l'epidemia silenziosa rappresentata dalla sindrome delle apnee ostruttive del sonno. Il Ministero della salute sottolinea l'importanza della diagnosi precoce, cruciale per prevenire complicazioni a lungo termine e migliorare la qualità della vita dei pazienti. Una diagnosi tempestiva e un trattamento adeguato non solo influenzano positivamente la salute individuale, ma contribuiscono anche a ridurre i costi economici associati alla malattia. Nella prima fase, caratterizzata dalla formulazione del sospetto diagnostico, il Ministero cita il ruolo del medico competente, in particolare per categorie lavorative ad alto rischio di infortuni sia per la diffusione dell'Osa in età lavorativa per l'impatto che la sindrome ha sulla salute e sicurezza sul lavoro. Questo approccio consente di identificare i soggetti a rischio e indirizzarli verso percorsi diagnostici accreditati presso centri del sonno specializzati. Le Linee guida del Ministero della salute forniscono, inoltre, indicazioni sulla prevenzione dell'Osa, percorso che necessita di un approccio multidisciplinare, evidenziando l'importanza della prevenzione primaria, che si concentra sui fattori di rischio legati agli stili di vita, come alimentazione, attività fisica e fumo. Azioni finalizzate all'informazione e alla sensibilizzazione della popolazione anche lavorativa riguardo ai rischi connessi all'Osa rappresentano l'arma più efficace. D'altra parte, la prevenzione secondaria si basa sulla diagnosi precoce della sindrome, consentendo un tempestivo approccio terapeutico, con il medico competente che funge da "sentinella epidemiologica" per l'emersione del problema. Infine, la prevenzione terziaria si occupa del trattamento della Osa, mirando a prevenire complicanze o ulteriori danni, tenendo presente che, sebbene utile, non può garantire la reversibilità della sindrome.

Lo studio sul sonno risulta quindi un *pillar* importante di tutela da applicare anche nei luoghi di lavoro e può prevedere l'utilizzo di una serie di strumenti per l'emersione del problema Osa: uso dei diari del sonno per una valutazione

soggettiva, questionari e indagini cliniche utili per l'emersione di elementi significativi correlati alla sindrome. Tuttavia, il gold standard per la diagnosi della Osa rimane la polisonnografia notturna, che consente una registrazione completa del sonno.

Secondo le Linee guida dell'American Academy of Sleep Medicine, è essenziale che i professionisti della salute seguano un percorso diagnostico chiaro, in particolare attraverso un'anamnesi dettagliata. Questa anamnesi deve focalizzarsi sull'individuazione dei fattori di rischio (ad esempio obesità, storia familiare di Osa, etc.) e la ricerca dei sintomi specifici (es. russamento, etc.). La diagnosi precoce, secondo il documento approvato dalla Conferenza Stato-Regioni (12 maggio 2016), deve concentrarsi sulla popolazione a maggiore rischio, identificando soggetti con sintomi sentinella o appartenenti a categorie lavorative a rischio. Numerosi strumenti anamnestici validati, come la Epworth sleepiness scale (Ess) e il Test di Berlino, sono utili per una prima valutazione. L'attenzione deve essere rivolta all'individuazione di sintomi sentinella, tra cui russamento abituale, eccessiva sonnolenza diurna e segni fisici come obesità e alterazioni delle vie aeree superiori.

Sleep@s-app

In Italia, i documenti di consenso raccomandano che i medici competenti svolgano un ruolo attivo nell'emersione del fenomeno Osa (formulazione del sospetto diagnostico), nell'educazione dei pazienti sui rischi associati alla Osa, nella promozione di stili di vita sani. Risulta, infatti, fondamentale identificare i soggetti/lavoratori a rischio.

Un'importante innovazione nel campo della formulazione del sospetto diagnostico quale strumento di auto-etero valutazione del rischio Osa è rappresentata dalla web-app Sleep@s-app, disponibile su www.oshroad.it. Questa applicazione è stata sviluppata all'interno del progetto Bric Inail 2018 ID 04, validata nel progetto Bric Inail 2022 ID06 e già citata nel documento della Società Italiana di medicina del lavoro (Siml) *Protocolli di sorveglianza sanitaria nel settore sanità: Documento di orientamento professionale per il medico competente*.

Come indicato dalle Linee guida dell'American Academy of sleep medicine, la diagnosi di Osa deve prevedere nelle fasi preliminari un'accurata anamnesi, che, oltre alla ricerca delle patologie associate, deve essere rivolta all'individuazione dei segni e sintomi che la caratterizzano. Esistono numerosi strumenti

anamnestici validati che possono essere utili per una prima valutazione, ad esempio la Epworth sleepiness scale (Ess), il Test di Berlino, lo Stop Bang. Attraverso l'attività di un gruppo multidisciplinare è stata validata l'applicazione innovativa e interattiva (app) Sleep@s-app, una web-app innovativa-interattiva finalizzata a valutare i fattori di rischio delle apnee notturne attraverso uno strumento di autovalutazione che restituisce a chi lo compila un feedback immediato informativo e di orientamento tempestivo sul rischio. La web-app è accessibile attraverso l'inquadratura di un QR-code che porta direttamente alla pagina web dedicata al progetto (www.oshroad.it). Si tratta di un'applicazione mobile sviluppata per smartphone, fruibile anche da tablet, che include alcune informazioni testuali e grafiche. Sleep@s-app si avvale dell'uso combinato di 3 strumenti validati per lo studio del sonno, in particolare la Scala di Epworth per la valutazione della sonnolenza diurna, Stop Bang e Test di Berlino per la valutazione della sindrome delle apnee notturne. A questi strumenti di indagine sono stati associati: la classificazione del grado di obesità (proposta dall'Organizzazione mondiale della sanità, attraverso l'indice di massa corporea - Body mass index) e la misura della circonferenza collo. La web-app è stata completata con l'inserimento di domande su: caratteristiche socio-demografiche, incidentalità ed infortunistica stradale, stato di salute, abitudini voluttuarie ed igiene del sonno.

Sleep@s-app costituisce uno strumento facilmente accessibile e utilizzabile anche nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori, quale dispositivo utile per la formulazione del sospetto diagnostico. Inoltre, consente una maggiore sensibilizzazione e una migliore educazione dei pazienti/lavoratori riguardo all'Osa, rendendo più facile per loro cercare assistenza e intraprendere percorsi diagnostici e terapeutici specializzati.

CONCLUSIONI

Il sonno è un determinante fondamentale di salute e sicurezza, come evidenziato dalle indicazioni delle società scientifiche. Una qualità del sonno adeguata non solo influisce sul benessere individuale, ma è anche cruciale per la sicurezza pubblica e occupazionale. Tuttavia, la sindrome delle apnee

ostruttive del sonno (Osa) rappresenta una condizione clinica di rilevanza crescente, con importanti implicazioni per la salute pubblica. L'Osa è una patologia spesso sottodiagnosticata e sotto trattata, il che sottolinea la necessità di emersione del problema. In questo contesto, il medico competente gioca un ruolo fondamentale come "sentinella epidemiologica", in particolare nei settori lavorativi ad alto rischio. La sua funzione include la formulazione del sospetto diagnostico finalizzata all'emersione del problema dopo l'indirizzamento dei soggetti a rischio verso percorsi diagnostici specialistici. Per supportare questa attività, strumenti come Sleep@s-app possono essere utilizzati per monitorare e valutare i fattori di rischio legati al sonno. Questi strumenti facilitano la raccolta di dati oggettivi e soggettivi, contribuendo a migliorare la diagnosi e il trattamento dell'Osa. Aumentare la consapevolezza riguardo alla diagnosi e al trattamento dell'Osa è cruciale. Attraverso un approccio integrato che combina prevenzione, diagnosi precoce e trattamento, è possibile migliorare la qualità del sonno e ridurre le complicazioni associate. La comunità scientifica e i professionisti della salute devono collaborare per affrontare questa "epidemia silenziosa", garantendo che i pazienti ricevano l'attenzione e le cure necessari e migliorando così sia la salute individuale che il benessere collettivo.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. American Academy of Sleep Medicine. (2014). *Practice parameters for the use of continuous positive airway pressure (CPAP) therapy in adults with obstructive sleep apnea (Osa)*.
2. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
3. Armeni, P., & Borsoi, A. (n.d.). *Final report: Cost of illness study of obstructive sleep apnea syndrome*.
4. Benjafield, A. V., Ayas, N. T., Eastwood, P. R., Heinzer, R., Ip, M. S. M., Morrell, M. J., Nunez, C. M., Patel, S. R., Penzel, T., Pépin, J. L., Peppard, P. E., Sinha, S., Tufik, S., Valentine, K., & Malhotra, A. (2019). Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: A literature-based analysis. *The Lancet Respiratory Medicine*, 7(8), 687–698. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(19\)30198-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(19)30198-5)

5. Borsoi, L., Armeni, P., Donin, G., Costa, F., & Ferini-Strambi, L. (2022). The invisible costs of obstructive sleep apnea (Osa): Systematic review and cost-of-illness analysis. *PLOS ONE*, 17(5), Article e0268677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268677>
6. Chai-Coetzer, C. L., Luo, Y. M., Antic, N. A., Zhang, X. L., He, Q. Y., Higgins, J. P. T., ... & McEvoy, R. D. (2013). The role of sleep in the management of sleep apnea. *Sleep Medicine Reviews*, 17(5), 347–354. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2013.01.001>
7. Dewald-Kaufmann, M. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, 14(3), 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.10.004>
8. Eckert, D. J. (2018). Phenotypic approaches to obstructive sleep apnoea: New pathways for targeted therapy. *Sleep Medicine Reviews*, 37, 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.07.002>
9. Esmaeili, N., Gell, L., Imler, T., Hajipour, M., Taranto-Montemurro, L., Messineo, L., Stone, K. L., Sands, S. A., Ayas, N., Yee, J., Cronin, J., Heinzer, R., Wellman, A., Redline, S., & Azarbarzin, A. (2025). The relationship between obesity and obstructive sleep apnea in four community-based cohorts: An individual participant data meta-analysis of 12,860 adults. *EClinicalMedicine*, 83, Article 103221. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103221>
10. Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., Owens, J. A., Pancer, J., Swick, T. J., & Hillard, P. J. A. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
11. Jang, J.-W., Ju, H.-M., Jeon, H.-M., Ahn, Y.-W., Jeong, S.-H., & Ok, S.-M. (2024). Obstructive sleep apnea: Pathophysiology and treatment. *Journal of Oral Medicine and Pain*, 49(4), 71–78. <https://doi.org/10.14476/jomp.2024.49.4.71>

12. Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 14(6), 540–545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
13. Kryger, M. H., Roth, T., & Dement, W. C. (Eds.). (2022). *Principles and practice of sleep medicine* (7th ed.). Elsevier.
14. Loughnan, M. E., Nicholls, N., & Tapper, N. J. (2021). The impact of extreme heat on human health: The role of social and environmental factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), Article 3662. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073662>
15. Marin-Oto, M., Vicente, E. E., & Marin, J. M. (2019). Long-term management of obstructive sleep apnea and its comorbidities. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 14, Article 18. <https://doi.org/10.1186/s40248-019-0186-3>
16. Marmot, M., Stansfeld, S., Patel, C., North, F., Head, J., White, I., Brunner, E., Feeney, A., & Smith, G. D. (1987). Health inequalities among British civil servants: The Whitehall II study. *The Lancet*, 329(8564), 1463–1472. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)92828-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(87)92828-7)
17. Martini, A., Luzzi, V., Polimeni, A., Pietrafesa, E., & Guaragna, M. (2022). *La sindrome delle apnee ostruttive nel sonno*. Aracne Editrice.
18. Ministero della Salute. (2016). *La sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa): Documento approvato dalla Conferenza Stato-Regioni*. https://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_8_4_1.jsp?id=1129
19. Netzer, N. C., Stoohs, R. A., Netzer, C. M., Clark, K., & Strohl, K. P. (1999). Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the obstructive sleep apnea syndrome. *Archives of Internal Medicine*, 159(18), 2194–2200. <https://doi.org/10.1001/archinte.159.18.2194>
20. Ng, S. K., Chan, K. N., & Chan, M. (2012). The STOP-BANG questionnaire: A systematic review of its diagnostic accuracy for obstructive sleep apnea. *Chest*, 142(5), 1233–1240. <https://doi.org/10.1378/chest.11-2370>
21. Pevernagie, D. A., De Bacquer, D., & Hertegonne, K. B. (2019). Prevalence and risk factors of obstructive sleep apnea: A population-based study. *Sleep Medicine Reviews*, 43, 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2018.10.003>
22. Progetto Bric Inail. (2018). *Sleep@s-app. Progetto Bric Inail 2018 ID 04*. <http://www.oshroad.it>

23. Progetto Bric Inail. (2022). *Sito del progetto Bric Inail 2022 ID06*. <http://www.oshroad.it>
24. Rossi, M. (n.d.). *[Video su apnee ostruttive nel sonno]* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/ythzNDUGZDw>
25. Simonini, S. (Coord.), Bonfiglioli, R., Borleri, D. C., Carrer, P., Corrao, R., Guglielmi, G., Mirisola, C., Pagliaro, G., Ramistella, E., Scapellato, M. L., Serra, A., & Zaffina, S. (2024). *Protocolli di sorveglianza sanitaria nel settore sanità: Documento di orientamento professionale per il medico competente*.
26. Walker, A. (2021). *Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams*. Scribner.

STRUMENTI INNOVATIVI DI CONOSCENZA E PROMOZIONE: RISCHIO STRADA E IGIENE DEL SONNO

Emma Pietrafesa e Donatella Vasselli

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, Inail,
Roma

ABSTRACT

L'incidentalità stradale lavoro-correlata continua a rappresentare una criticità rilevante nelle politiche di sicurezza a livello europeo. Secondo i dati più recenti dell'European transport safety Council, l'Unione europea è ancora distante dal conseguimento degli obiettivi del Piano d'azione strategico per la sicurezza stradale 2021-2030, che prevede la riduzione del 50% di decessi e feriti gravi sulle strade. In questo contesto, la sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) si conferma come la principale causa medica di eccessiva sonnolenza diurna, condizione associata a un rischio di incidenti stradali fino a cinque volte superiore e a un rischio di tutti gli infortuni lavorativi due volte maggiore. Si stima infatti che circa il 20% degli incidenti stradali, di cui due terzi avvengono in popolazione in età lavorativa, sono legati a disturbi del sonno. L'Osa è inoltre correlata a patologie croniche, aumento della mortalità, riduzione della qualità della vita, maggiore utilizzo dei servizi sanitari e compromissione delle performance cognitive. La prevalenza del fattore umano negli incidenti stradali, attribuibile in oltre il 90% dei casi a errori legati ad affaticamento, sonnolenza, distrazione e alterazioni dello stato psicologico, rende necessarie strategie preventive di informazione e formazione innovative. In questo contesto, lo sviluppo di percorsi educativi orientati alla diffusione della cultura della sicurezza stradale anche negli ambienti di lavoro risulta fondamentale. La trasformazione digitale dei modelli di comunicazione e apprendimento offre nuove

Igiene del sonno e promozione della salute occupazionale

opportunità per l'adozione di metodologie formative innovative, quali strumenti interattivi, laboratori digitali e percorsi basati su nuovi linguaggi e architetture di apprendimento, efficaci nel promuovere la salute, la sicurezza e il benessere dei lavoratori.

Keywords: *igiene del sonno, realtà virtuale, gamification, formazione innovativa, Osa.*

INTRODUZIONE

La sicurezza stradale rappresenta una priorità globale per la salute pubblica e lo sviluppo socioeconomico, come confermato dai trend statistici dell'ultimo decennio. Il decennio d'azione per la sicurezza stradale 2021–2030, proclamato dalle Nazioni Unite, ha rilanciato l'obiettivo di dimezzare decessi e feriti gravi attraverso l'adozione dell'approccio Safe system, fondato sull'integrazione di infrastrutture sicure, veicoli tecnologicamente avanzati e comportamenti responsabili. Nonostante tali impegni, l'impatto dell'incidentalità stradale sulla popolazione generale e sui lavoratori rimane elevato, con rilevanti conseguenze in termini di salute, equità sociale e costi economici. Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità, oltre un milione di persone muore ogni anno nel mondo a causa di incidenti stradali, con una predominanza di decessi nella popolazione in età lavorativa e tra gli utenti vulnerabili della strada. A livello europeo, i più recenti rapporti dell'European transport safety Council e della Commissione europea evidenziano un rallentamento dei progressi verso il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030, con significative differenze tra gli Stati membri. Anche in Italia il quadro rimane critico, caratterizzato da livelli di mortalità stradale sostanzialmente stabili, un incremento dei feriti e un costo sociale ancora prossimo all'1% del prodotto interno lordo. Una quota rilevante dell'incidentalità stradale è strettamente correlata all'ambito lavorativo, in particolare agli spostamenti in itinere (casa-lavoro-casa) e alle attività professionali su strada, che rappresentano una delle principali cause di infortuni gravi e mortali. Le evidenze scientifiche indicano che la maggior parte degli

incidenti è riconducibile al fattore umano, inteso come interazione tra comportamento di guida, stato psicofisico del conducente e contesto ambientale. In tale ambito, condizioni fisiologiche e patologiche, l'uso di alcol e sostanze, la distrazione e l'eccessiva sonnolenza diurna (Esd) svolgono un ruolo determinante. Tra le cause mediche più rilevanti di Esd si colloca la sindrome delle apnee ostruttive del sonno, riconosciuta come fattore di rischio indipendente per incidenti stradali e lavorativi e tuttora ampiamente sottodiagnosticata e sotto trattata. Alla luce della centralità del fattore umano, appare pertanto essenziale rafforzare interventi strutturati di informazione, formazione e prevenzione, finalizzati alla diffusione della cultura della sicurezza stradale anche negli ambienti di lavoro, in coerenza con i principi del Safe system e con un approccio integrato che tenga conto dei macro-fattori individuo (condizioni psico-fisiche/comportamenti)-veicolo-ambiente.

Le tecnologie digitali per la formazione innovativa in salute e sicurezza sul lavoro: il nuovo quadro normativo

Il quadro normativo delineato dal decreto legislativo 81 del 2008 e successive modifiche e integrazioni (ss.mm.ii.) attribuisce un ruolo centrale ai processi di informazione, formazione e addestramento quali strumenti fondamentali di prevenzione e di promozione della salute e sicurezza sul lavoro. Tali processi non devono essere intesi come meri adempimenti formali, ma come percorsi continui e condivisi, capaci di favorire la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti nel sistema della prevenzione. In questa prospettiva, la formazione rappresenta al tempo stesso un diritto dei lavoratori e un mezzo essenziale per lo sviluppo di una cultura della sicurezza consapevole e partecipata. A livello europeo, istruzione e apprendimento costituiscono uno dei pilastri delle politiche per la crescita sostenibile, come ribadito dall'Agenda 2030. Gli obiettivi formativi sono sempre più orientati al collegamento diretto con il contesto reale di lavoro, attraverso metodologie basate sull'esperienza, sul "fare" e sull'utilizzo di strumenti digitali. Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione offrono infatti nuove opportunità per integrare la formazione tradizionale, ampliando l'accesso alle risorse educative e favorendo lo sviluppo di competenze tecniche, digitali e trasversali utili anche alla crescita professionale. L'apprendimento in modalità digitale si configura come un processo che richiede un ripensamento dei ruoli e delle strategie didattiche, orientandosi verso modelli non formali e informali, centrati sull'esperienza diretta, sulla

collaborazione e sul peer learning. In tali contesti, il lavoratore assume un ruolo attivo nel percorso formativo, integrando conoscenze teoriche e pratiche e personalizzando l'apprendimento anche grazie ai feedback forniti dagli strumenti digitali. Questo approccio risponde ai cambiamenti nei modelli cognitivi, comunicativi e relazionali, favorendo il passaggio da una didattica trasmissiva a modalità più partecipative e auto-orientate.

Il valore di queste metodologie è stato recentemente riconosciuto anche a livello normativo. L'Accordo Stato-Regioni del 2025 sulla formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro individua, infatti, diverse tipologie di strumenti digitali avanzati, tra cui i simulatori virtuali e fisici per l'apprendimento di competenze pratiche, le strategie di gamification e serious game per incrementare motivazione e coinvolgimento, nonché le tecnologie di realtà aumentata e virtuale, che consentono la simulazione di scenari operativi complessi in ambienti controllati e sicuri. Accanto alle potenzialità, permangono tuttavia alcune criticità legate ai costi di implementazione, alla necessità di competenze specialistiche e alle difficoltà organizzative, soprattutto per le piccole e medie imprese. Ulteriori aspetti suscettibili di approfondimento e definizione riguardano la valutazione dell'efficacia formativa, i possibili effetti collaterali dell'uso prolungato dei dispositivi immersivi e le implicazioni etiche e giuridiche connesse alla gestione dei dati personali. Nel complesso, se adeguatamente progettate e integrate, le tecnologie digitali rappresentano strumenti promettenti per migliorare l'efficacia dei percorsi formativi, favorendo un apprendimento più sicuro, consapevole e orientato alla prevenzione.

La comunicazione come elemento strategico per le azioni di sanità pubblica

Il Piano nazionale della prevenzione (Pnp) 2020-2025, adottato con Intesa Stato-Regioni del 6 agosto 2020 e prorogato fino al 31 dicembre 2026, costituisce il principale strumento di pianificazione degli interventi di prevenzione e promozione della salute a livello nazionale. Il Piano persegue la tutela della salute individuale e collettiva e la sostenibilità del Servizio sanitario nazionale attraverso un approccio multidisciplinare, intersettoriale e coordinato, fondato sulla centralità della persona e della comunità. In tale prospettiva, la salute è riconosciuta come esito di una complessa interazione tra fattori biologici, comportamentali, sociali ed economici, richiedendo politiche orientate

all'equità. Il Pnp attribuisce rilievo strategico al rafforzamento dell'alfabetizzazione sanitaria, all'empowerment degli individui e delle comunità e al miglioramento dell'interazione con il sistema sanitario, elementi essenziali per sostenere comportamenti favorevoli alla salute e la partecipazione attiva dei cittadini. La promozione della salute viene pertanto intesa non solo come prevenzione di specifiche patologie, ma come processo volto ad accrescere competenze e capacità di controllo sul proprio stato di salute, contribuendo al mantenimento e al miglioramento del capitale di salute della popolazione. Il Piano individua, inoltre, azioni trasversali di sistema, funzionali al raggiungimento degli obiettivi di salute ed equità, con particolare riferimento al rafforzamento dell'approccio intersettoriale, alla formazione e alla comunicazione. In questo ambito, la comunicazione è riconosciuta come leva strategica per incrementare conoscenze ed empowerment, promuovere atteggiamenti salutari, favorire l'adesione ai programmi di prevenzione e cura e sostenere il coinvolgimento attivo dei cittadini. Essa si articola sia come comunicazione sanitaria, orientata alla diffusione delle opportunità di salute disponibili, sia come comunicazione per la salute, finalizzata alla produzione e condivisione di conoscenze sui problemi di salute a supporto delle decisioni individuali e delle politiche pubbliche. Come ogni intervento di sanità pubblica, la comunicazione richiede una pianificazione strutturata e una valutazione degli esiti, secondo un processo che comprende la definizione di obiettivi e priorità, l'analisi dei destinatari, l'implementazione e il monitoraggio delle azioni, fino alla valutazione dell'impatto. In tale cornice, la formazione rappresenta un elemento trasversale e imprescindibile delle strategie del Pnp, orientata all'azione e strettamente connessa ai contesti territoriali, al fine di rafforzare le competenze delle figure della prevenzione coinvolte a livello regionale e locale e di alimentare in modo continuo la formazione di base e specialistica.

In accordo quindi con il Pnp 2020-2025 e le Linee guida del Ministero della salute, con l'obiettivo di creare salute attraverso una comunicazione efficace di orientamento, responsabilizzazione, consapevolezza, motivazione e coinvolgimento della popolazione generale e con target specifico sulla popolazione lavorativa, all'interno del progetto Bric Inail 2022 "Osh-Ro@d: un incrocio tra salute, sicurezza, lavoro e innovazione" che ha proseguito le attività in continuità con il progetto Bric Inail ID 04 "SLeeP@sa - Salute sul lavoro e prevenzione delle obstructive sleep apnea: un'epidemia silenziosa", sono state utilizzate metodologie, strumenti e modelli diversificati per realizzare prodotti

innovativi e immersivi (informativi e/o formativi) per sensibilizzare sulla necessità di avere una adeguata condizione di salute e psicofisica, approfondendo gli impatti delle abitudini e dei disturbi del sonno, sulla performance e vigilanza alla guida di mezzi. Tutti i prodotti realizzati sono consultabili sul sito di progetto www.oshroad.it/

MATERIALI E METODI

Per la progettazione degli strumenti informativi e formativi del progetto è stato utilizzato un approccio metodologico multidisciplinare, attraverso la costituzione di un gruppo di lavoro composto da diverse figure professionali: medici specialisti del sonno e del lavoro, esperti di comunicazione, tecnologie digitali e formazione innovativa. L'obiettivo era quello di poter coniugare i contenuti scientifici con metodologie di apprendimento efficaci e innovative, adattate ai diversi profili dei destinatari, con target specifico su popolazione generale e lavorativa. Il progetto si è focalizzato sulla sensibilizzazione alla sicurezza stradale lavoro correlata con focus su abitudini e disturbi del sonno, e con particolare attenzione ai fattori individuali legati alla persona e allo stato di salute. Attraverso l'uso di tecnologie digitali e di Extended reality (XR), è stato sviluppato un ecosistema formativo capace di personalizzare percorsi informativi e formativi in base a rischi individuali, considerando fattori fisiologici, cognitivi e comportamentali che influenzano vigilanza e performance alla guida di mezzi. Le tecnologie digitali disponibili ad oggi consentono infatti di supportare i percorsi formativi verso modelli esperienziali e più collaborativi, basati su *learning by doing* e partecipazione attiva. In questo contesto, la gamification, i *serious game* e la realtà immersiva XR si sono dimostrati efficaci nell'aumentare motivazione, coinvolgimento e qualità dell'apprendimento, favorendo lo sviluppo di competenze tecniche, socio-emotive e metacognitive e promuovendo comportamenti orientati alla sicurezza stradale e lavorativa. Questi approcci si fondano su solide basi pedagogiche, ad esempio l'apprendimento esperienziale di Kolb, il costruttivismo, l'apprendimento sociale di Bandura, la teoria dell'autodeterminazione di Deci e Ryan e il connettivismo

di Siemens. In particolare, la realtà virtuale consente esperienze sicure e immersive per il riconoscimento dei rischi e il *problem solving*, consentendo ai formatori di osservare e fornire feedback mirati, mentre la gamification risponde ai bisogni psicologici fondamentali favorendo l'autonomia attraverso la libertà di scelta nei percorsi, sostenendo la competenza mediante sfide progressive e sistemi di riconoscimento, e promuovendo la relazione grazie a dinamiche di collaborazione e confronto tra pari. In tale prospettiva, la gamification, attraverso l'impiego di elementi ludici non ricreativi quali punti, livelli, badge, classifiche, feedback in tempo reale e sfide competitive, si configura come uno strumento efficace per contrastare noia e stanchezza, potenziare attenzione e autocontrollo e favorire comportamenti orientati alla sicurezza.

Nel corso del progetto Osh-Ro@d sono stati sviluppati i seguenti strumenti informativi innovativi:

1. Laboratorio virtuale immersivo "Guida sicura"
2. Digital Serious Game "Sleep-Ro@d"
3. Video pillole animate su "Igiene del sonno"
4. Storytelling digitale "La scelta di Andrea" e graphic novel

Queste soluzioni rappresentano un modello formativo avanzato e coerente con i principi della Vision Zero, e rendono la formazione più concreta e partecipata nella riduzione dei rischi stradali, anche in ambito occupazionale.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Laboratorio virtuale immersivo "Guida sicura"

Il percorso formativo "Guida sicura", sviluppato in collaborazione con i partner di progetto Fondazione Rubes Triva e Università di Siena, è stato realizzato mediante un'applicazione interattiva in realtà virtuale che colloca l'utente alla guida di un veicolo, simulando situazioni di rischio tipiche degli spostamenti casa-lavoro e lavoro-casa. L'intervento è finalizzato a far sperimentare in modo diretto l'impatto dei principali fattori di rischio sulla vigilanza e sulla probabilità di incidente stradale. Il laboratorio utilizza un visore Oculus meta quest 2, in grado di garantire un'esperienza immersiva e fluida grazie a elevate prestazioni di calcolo, alta risoluzione visiva, audio tridimensionale, tracciamento delle mani

in tempo reale e feedback tattile. La simulazione propone una guida semplificata su percorsi rettilinei generati in modo pseudo-casuale, in contesti urbani ed extraurbani a velocità costante, richiedendo all'utente l'attivazione della frenata in risposta a ostacoli improvvisi. In una fase iniziale, l'utente affronta uno scenario privo di alterazioni, apprendendo le modalità di frenata e prendendo consapevolezza dei propri tempi di reazione, successivamente visualizzati attraverso infografiche riepilogative. Nelle fasi successive è possibile selezionare scenari caratterizzati da condizioni di alterazione, quali consumo di alcol, assunzione di benzodiazepine, uso di cannabinoidi, colpo di sonno e distrazione da telefono cellulare. Il confronto tra guida in condizioni normali e in condizioni alterate rende evidenti gli effetti di tali fattori intervenienti su tempi di risposta, distanza di arresto, percezione visiva e spazio-temporale e livelli complessivi di sicurezza, favorendo una maggiore consapevolezza del rischio e la promozione di comportamenti di guida più responsabili. Per valutare l'efficacia dell'esperienza formativa immersiva, è stato somministrato un questionario ad hoc ad un campione di convenienza di 114 lavoratori del settore igiene ambientale (63% donne e 37%) con età media di 37 anni in possesso di patente di guida e oltre il 90% dei partecipanti utilizza l'autovettura privata per gli spostamenti casa-lavoro-casa. Il questionario, composto da 18 item, è articolato in diverse aree: sociodemografiche (5), lavorative (1), guida e utilizzo del veicolo (3), percezione del rischio stradale (1, con 11 opzioni), conoscenza della realtà virtuale (3), preferenze formative in tema di salute e sicurezza sul lavoro (1, 6 opzioni), valutazione del laboratorio VR (1), soddisfazione rispetto alle aspettative cognitive e operative (1), soddisfazione generale tramite emoticon (1) e suggerimenti aperti (1). Le domande a scelta multipla sono state misurate su scala Likert 1-5 (da "per niente" a "completamente"). Il questionario, realizzato con Microsoft Forms, è stato compilato online dai partecipanti al termine dell'esperienza VR e i dati raccolti sono stati archiviati, analizzati in forma anonima e aggregata, e utilizzati esclusivamente per finalità di ricerca scientifica. I dati preliminari mostrano buona consapevolezza dei principali rischi alla guida, quali alcol, privazione di sonno e uso del cellulare, ma evidenziano una sottovalutazione degli effetti di caffè e altre bevande stimolanti sulla vigilanza e sulla qualità della guida. Il laboratorio in realtà virtuale ha ricevuto valutazioni positive sia in termini di soddisfazione che di efficacia formativa, con

effetti collaterali limitati, confermandosi come uno strumento innovativo capace di favorire curiosità, coinvolgimento attivo e apprendimento, e superando la classica distinzione tra gioco e formazione.

Digital serious game “Sleep-Ro@d”

Il video gioco “Sleep Ro@d”, realizzato in collaborazione con i partner di progetto Sapienza Università di Roma e Università di Genova, e finalizzato alla promozione dell’igiene del sonno, è stato progettato come strumento innovativo, educativo e partecipativo, per ridurre il rischio di incidenti stradali e lavorativi mediante la modifica di comportamenti e abitudini scorrette. La privazione di sonno, i disturbi non trattati e l’alterazione dei ritmi circadiani costituiscono fattori di rischio significativi per la salute, le prestazioni cognitive e la sicurezza sul lavoro, aumentando la probabilità di incidenti stradali. Sulla base dei dati di letteratura e delle Linee guida dell’Associazione nazionale di medicina del sonno relative alle norme di igiene del sonno, il gioco consente al giocatore di creare un avatar personalizzato all’inizio della sessione di gioco, selezionando variabili che influenzano il sonno. Le variabili includono: genere, età (giovane, adulto, maturo), corporatura (media o obesa), cronotipo (gufo o allodola, secondo i ritmi circadiani serali o mattutini) e professione (conducente di autoveicolo, tassista, autotrasportatore, corriere, autista di veicoli di emergenza, conducente di trattori o trasporto urbano), abitudini di riposo e stili di vita. Pur supportando l’accesso multiutente, il gioco è concepito per essere fruito da un singolo giocatore alla volta. Il serious game digitale si basa su un approccio sperimentale che integra principi ed evidenze scientifiche di letteratura per influenzare e determinare le dinamiche di gioco. Durante la guida, infatti, le scelte effettuate impattano sugli indicatori di benessere e qualità del sonno dell’avatar, che possono migliorare o peggiorare, anche mediante l’uso di tre bonus disponibili: consumo di caffè, pausa veloce e sonnellino. Se i parametri scendono sotto una soglia critica (segnalata sulla barra da una freccia), l’avatar entra in uno stato alterato che modifica la modalità di guida, influenzando la visuale, la visibilità della strada e la velocità di comparsa dei quick time events. I bonus presenti consentono di ripristinare o migliorare i livelli di sonno e benessere dell’avatar, ottimizzando così la performance nel gioco. Alla fine del ciclo di gioco (che si svolge in 2 turni), nonché al termine dei livelli raggiunti e delle scelte effettuate, vengono forniti al giocatore feedback e raccomandazioni attraverso diversi strumenti e linguaggi comunicativi: testo, narrazione, video e

infografiche. L'approccio metodologico e di sviluppo è stato attuato attraverso: a) creazione di un gruppo di lavoro multidisciplinare e multisettoriale; b) analisi della letteratura; c) combinazione dei principali risultati della revisione della letteratura e delle linee guida sull'igiene del sonno; d) analisi delle principali cause di incidentalità stradale (Istat-Aci) anche lavoro-correlati (Inail) e dei determinanti legati alla persona (es. età, sesso, stato di salute, assunzione di droghe e sostanze psicoattive, distrazione, etc.) individuati dal Piano nazionale di prevenzione 2022-2025; e) realizzazione di un questionario ad hoc per la valutazione della percezione e conoscenza dei serious game, valutazione del sonno (attraverso l'inserimento di 4 item validati del Pittsburgh sleep quality index-Psqi), f) impatto sull'infortunistica stradale ed eventuale uso di farmaci ipnoinducenti; g) sperimentazione e verifica dello strumento con sessioni di gioco su PC e smartphone durante alcuni eventi e contesti specifici.

Sleep-Ro@d è stato sperimentato su un campione di convenienza di oltre 321 soggetti in età lavorativa e non (studenti e universitari) di cui 46% donne e 54% uomini con età media 38 anni, prevalentemente nei settori professionale, pubblico, informazione, sanità, trasporti, commercio e istruzione. I partecipanti, pur dichiarandosi solo moderatamente soddisfatti del proprio sonno, riconoscono chiaramente la sua importanza per salute e sicurezza alla guida. L'esperienza con il serious game Sleep-Ro@d è stata valutata positivamente, con apprezzamento per tutorial, grafica e coinvolgimento, confermando il valore del gioco come strumento formativo efficace per aumentare consapevolezza e competenze relative al sonno.

Video pillole animate su "Igiene del sonno"

Nel corso delle attività del progetto Osh-Ro@d sono state sviluppate alcune video pillole animate dedicate all'igiene del sonno e che rappresentano uno strumento informativo innovativo ad alto impatto comunicativo, progettato per approfondire la conoscenza dell'importanza del sonno e le conseguenze di una sua quantità e qualità insufficienti. Questi contenuti multimediali illustrano in modo chiaro come la carenza di sonno possa compromettere l'efficienza durante la giornata e, se persistente, incidere negativamente sulla salute generale, cardiovascolare, metabolica e mentale, alterare il funzionamento del sistema immunitario, ridurre performance e vigilanza e aumentare il rischio di

incidenti stradali e lavorativi, nonché la mortalità complessiva. La progettazione delle video-pillole ha privilegiato l'efficacia comunicativa attraverso la multimedialità, ovvero l'uso combinato di animazioni, grafica dinamica, narrazione sintetica e scenari realistici, per rendere immediatamente comprensibili concetti complessi. L'uso di elementi visivi e sonori facilita la memorizzazione dei messaggi chiave, stimola attenzione e curiosità e favorisce l'assimilazione di comportamenti corretti legati alle buone regole del sonno. Inoltre, la brevità e la chiarezza dei contenuti ne aumentano la fruibilità, permettendo di raggiungere un pubblico ampio e diversificato, riferito quindi non solo alla popolazione generale nei contesti di vita quotidiana ma anche alla popolazione lavorativa nei contesti di lavoro. Le video pillole sono finalizzate alla realizzazione di un percorso informativo che unisce coinvolgimento interattivo e immediatezza comunicativa. L'obiettivo della multimedialità è rendere l'apprendimento più efficace, coinvolgente e facilmente memorizzabile, perché stimola contemporaneamente più sensi e modalità cognitive. Queste pillole rappresentano quindi un mezzo efficace per sensibilizzare, educare e promuovere comportamenti salutari in modo coinvolgente, rendendo evidente l'impatto del sonno sulla sicurezza, sull'importanza di avere una adeguata condizione psicofisica, fondamentale non solo per la guida ma anche per la salute quotidiana e nei luoghi di lavoro in accordo con i dati di letteratura e le Linee guida dell'Associazione nazionale medicina del sonno relative alle norme di igiene del sonno.

Storytelling digitale "La scelta di Andrea" e graphic novel

Il racconto digitale, realizzato in collaborazione con i partner di progetto Fondazione Caracciolo e Aci, è stato sviluppato come video animato 2D che integra educazione, prevenzione e narrazione immersiva per illustrare in modo concreto i rischi legati alla stanchezza e alla privazione di sonno durante la guida, con particolare attenzione ai lavoratori in età attiva. Il video evidenzia come la ridotta qualità del riposo comprometta vigilanza, prestazioni cognitive e sicurezza stradale, ricordando che oltre il 20% degli incidenti è associato a sonno insufficiente o alterato. Il protagonista della storia è Andrea, socio Aci, che va a letto molto tardi la domenica sera prima di ricominciare la propria settimana lavorativa. L'animazione grafica mostra come dopo una cena abbondante, il protagonista ha difficoltà a prendere sonno e usa il cellulare per guardare video e stare sui social fino a tardi. L'orologio segna le 3:00 del mattino

e, in un rapido avanzamento temporale, arriva alle 6:00 del mattino, ora della sveglia. Andrea si alza visibilmente stanco, provato dalla mancanza di sonno, e fatica ad effettuare le proprie attività lavorative che rende evidenti attraverso movimenti lenti e goffi, occhi socchiusi e stato di affaticamento e sonnolenza. L'orologio in sovrimpressione evidenzia il passaggio delle ore in ufficio fino alla pausa pranzo alle 13:15. Andrea esce dall'ufficio e durante il tragitto di rientro a casa in tangenziale, la stanchezza prende il sopravvento. Il video rappresenta in modo realistico i sintomi del colpo di sonno: chiusura delle palpebre, sbadigli frequenti, difficoltà a mantenere la testa dritta, piccoli scostamenti dalla corsia (andatura a zig-zag), visione ridotta e suoni ovattati. Il climax mostra Andrea che si addormenta al volante e urta il guardrail, illustrando in modo drammatico il rischio concreto di incidente stradale. Sul luogo dell'incidente, a soccorrerlo interviene un carro attrezzi Aci. La storia propone però una soluzione positiva: in una scena di rewind, Andrea sceglie consapevolmente di fare un breve riposo (*nap*) prima di mettersi alla guida. Lo vediamo seduto in auto, all'interno del parcheggio aziendale, con un cuscino da viaggio, mentre recupera energia e riposo. Al risveglio, lucido e pronto, realizza di aver preso la decisione più sicura, evitando il rischio di incidenti stradali. La sequenza finale propone uno zoom-out che mostra una griglia con tutti i personaggi dei video precedenti (Mario, Maria e altri colleghi), ciascuno intento a riposare in auto con cuscino, sottolineando l'eterogeneità dei lavoratori interessati dalla tematica e la diffusione di buone pratiche per una adeguata igiene del sonno. Il messaggio educativo è chiaro: un breve riposo può salvare vite, e la gestione consapevole del sonno è fondamentale per la salute e la sicurezza alla guida e sul lavoro. Grazie all'uso combinato di animazione 2D, dettagli realistici e storytelling emozionale, il video trasmette concetti complessi in modo immediato e accessibile, promuovendo una presa di coscienza e maggiore responsabilità individuale nell'adozione di comportamenti responsabili e sicuri alla guida anche a lavoro.

Come evoluzione dello storytelling digitale è stato realizzato anche una *graphic novel*, cioè uno strumento che unisce fumetto, narrazione visiva e scenari/temi sociali reali per raccontare in modo immediato e coinvolgente l'impatto del sonno sulla salute e sicurezza alla guida anche lavoro-correlata. Basata sul messaggio educativo del video *La scelta di Andrea*, la *graphic novel* permette al

lettore di entrare nella storia, vivere le scelte del protagonista e capire concretamente i rischi legati alla stanchezza e alla depravazione di sonno, soprattutto per i lavoratori e per chi guida quotidianamente. Attraverso immagini dinamiche, dettagli realistici ed effetti grafici, i sintomi della stanchezza – occhi che si chiudono, sbadigli, perdita di attenzione – diventano visibili e immediatamente comprensibili. La narrazione interattiva accompagna Andrea nella decisione consapevole di concedersi un breve riposo prima di mettersi al volante, mostrando in modo chiaro come questa scelta possa salvare vite, nonché migliorare vigilanza e performance alla guida di mezzi. Il messaggio è semplice ma potente: prendersi cura del proprio sonno non è solo salute, ma è anche sicurezza. Grazie alla combinazione di fumetto, grafica e interattività, la *graphic novel* trasforma concetti complessi in un'esperienza educativa coinvolgente, stimolante e memorizzabile, invitando il lettore a sostenere scelte responsabili nella propria vita reale e nei propri contesti occupazionali.

CONCLUSIONI

L'informazione e la formazione rappresentano strumenti fondamentali per la tutela della salute e sicurezza sul lavoro, la cui azione efficace dovrebbe spingersi oltre gli adempimenti normativi e promuovere una vera cultura della prevenzione. Attraverso il coinvolgimento attivo dei lavoratori, il loro obiettivo dovrebbe essere valorizzare il "capitale umano" come risorsa strategica per migliorare continuamente la qualità della vita e del lavoro. Le strategie europee 2013-2020 e 2021-2027 hanno sottolineato l'importanza della formazione per anticipare le transizioni verde, digitale e demografica, migliorare la prevenzione di infortuni e malattie professionali, promuovere la Vision Zero e rafforzare la resilienza ai rischi sanitari. L'evoluzione tecnologica e i cambiamenti del mondo del lavoro, come robotizzazione, smart working e tecnologie abilitanti (KETs), richiedono nuovi modelli di formazione, capaci di trasferire conoscenze in modo formale, non formale e informale. Le tecnologie digitali, in particolare la realtà virtuale (VR) e aumentata (AR), permettono di semplificare processi complessi, ridurre il carico cognitivo e osservare in tempo reale i comportamenti dei partecipanti. L'immersività e l'interattività favoriscono la sensazione di presenza e co-presenza, migliorando l'apprendimento condiviso, la personalizzazione dei contenuti, il coinvolgimento emotivo e la stabilizzazione delle conoscenze. Nei

percorsi di formazione sulla sicurezza sul lavoro, queste tecnologie permettono di integrare laboratori esperienziali, simulazioni immersive e strumenti digitali multimediali, creando percorsi replicabili e adattabili a target specifici. L'approccio laboratoriale digitale favorisce l'autonomia cognitiva, promuove l'autoapprendimento e sviluppa competenze sociali ed emotive, incoraggiando comportamenti sicuri e responsabili. Gli strumenti realizzati all'interno del progetto Bric Inail 2022 Osh-Ro@d e qui presentati hanno mostrato la possibilità di migliorare l'engagement, la motivazione e la capacità decisionale dei partecipanti, basandosi su teorie consolidate di apprendimento esperienziale (Kolb, Self-determination Theory, modellamento sociale). Il modello formativo integrato che tiene conto dei macro-fattori Uomo-Veicolo-Infrastruttura-Ambiente permette di sviluppare maggiore consapevolezza dei rischi, ridurre errori dovuti a stanchezza o distrazione e promuovere comportamenti più sani e sicuri. Complessivamente, questi percorsi innovativi non solo aumentano coinvolgimento e soddisfazione dei partecipanti, ma potenziano l'efficacia della formazione grazie a strumenti che consentono la verifica e visualizzazione in tempo reale delle azioni e delle informazioni, la possibilità di ripetere l'esperienza formativa e la riduzione delle conseguenze degli errori durante l'apprendimento. In linea con il decreto legislativo 81 del 2008 e ss.mm.ii. e il modello di Total Worker Health, tali interventi promuovono l'empowerment dei lavoratori, la tutela della salute e la responsabilità individuale nell'approccio sistemico al rischio stradale. Allo stesso tempo, favoriscono collaborazioni intersettoriali tra enti, aziende, università e centri di ricerca, contribuendo a ridurre l'infortunistica lavoro-correlata e allineandosi agli obiettivi del Piano nazionale sicurezza stradale 2030 (Pnss) e della strategia europea Vision Zero

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Bandura, A. (2004). Health promotion by social cognitive means. *Health Education & Behavior*, 31(2), 143–164.
2. Bentivenga, R., Pietrafesa, E., Martini, A., De Angelis, L., Mariconte, R., & Simoncelli, G. (2023). Il ruolo delle tecnologie innovative nel contesto

- della cultura in materia di salute e sicurezza sul lavoro. *Quaderni di Comunità: Persone, Educazione e Welfare nella Società*, 5(1), 221–262.
3. Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101827. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101827>
 4. Calvani, A., & Rotta, M. (1999). *Comunicazione e apprendimento in internet: Didattica costruttivistica in rete*. Edizioni Erickson.
 5. European Commission. (2025). *European Commission releases preliminary figures on road fatalities for 2024* [News article]. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-commission-releases-preliminary-figures-roadfatalities-2024-2025-03-21_en
 6. European Transport Safety Council. (2025). *Annual report 2025: Ranking EU progress on road safety (19th Road Safety Performance Index Report)*. <https://etsc.eu/wp-content/uploads/ETSC-2025-Annual-PIN-Report-DIGITAL-V2.pdf>
 7. Inail. (2024). *Andamento degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali – Open data*. <https://dati.inail.it/portale/it.html>
 8. Istat. (2025). *Incidenti stradali in Italia – 2024*. https://www.istat.it/wp-content/uploads/2025/07/REPORT_INCIDENTI_STRADALI_2024.pdf
 9. Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT Press.
 10. Martini, A., & Pietrafesa, E. (2025). *Sonno, guida e lavoro: La scelta di Andrea* [Graphic novel]. Melazeta.
 11. Pietrafesa, E., Garbarino, S., Russo, S., Vasselli, D., Polimeni, A., & Martini, A. (2024). Digital gamification as action to reduce road accidents: The videogame SLEEP-RO@D. In G. Praetorius, C. Sellberg, & R. Patriarca (Eds.), *Advances in Human Factors of Transportation* (Vol. 148). AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005239>
 12. Pietrafesa, E., Garbarino, S., Simoncelli, G., Polimeni, A., & Martini, A. (2025). Gamification and innovative tools for OSH information and training on work-related road accidents and transport safety. In *ICSI 2025 – International Conference on Safety & Innovation* (pp. 180–190). Inail.

13. Pietrafesa, E., Vasselli, D., Garbarino, S., Polimeni, A., & Martini, A. (2024). *Sonno, salute e sicurezza anche sul lavoro: Giocare, sperimentare e imparare con Sleep Ro@d*. Inail.
14. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2024). Self-determination theory. In *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 6229–6235). Springer International Publishing.
15. Santangelo, N., & Mele, L. M. (2021). La didattica “aumentata”: Il ruolo dell’intelligenza artificiale nella personalizzazione dei processi di insegnamento apprendimento. *Q Times – Journal of Education, Technology and Social Studies*, 13(1).
16. Siemens, G. (2006). *Knowing knowledge*.
17. Varani, A. (2001). Nuove tecnologie e processi cognitivi. *Informatica & Scuola*, 3.
18. World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>

MACHINE LEARNING: ESPLORAZIONE DEI FATTORI ASSOCIATI ALLE APNEE NOTTURNE

Simone Russo, Agnese Martini

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, Inail, Roma

ABSTRACT

La Sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) è la più frequente causa medica di eccessiva sonnolenza diurna. L'Osa è una grave condizione, potenzialmente fatale, sotto-diagnosticata e sotto-trattata. La prevalenza in Italia è solo stimata: oltre 12 milioni di pazienti con Osa moderata-severa, di cui il 65% maschi. Del totale dei casi solo il 4% sono diagnosticati e il 2% trattati. Osa ha un forte impatto socio-economico, gravando sul Servizio sanitario nazionale per i costi legati alla diagnosi, spesso difficile e tardiva, e al trattamento, e per le molteplici patologie associate. Studi recenti confermano l'aumento del rischio di incidentalità stradale e infortunistica lavorativa. È in questo contesto che è stato sviluppato il presente studio finalizzato a studiare in pazienti affetti da Osa le associazioni tra l'indicatore di gravità Apnea hypopnea index (Ahi) e specifiche comorbidità, caratteristiche fisiche e antropometriche, e caratteristiche socio-demografiche. Sono stati arruolati nello studio pazienti con Osa in età lavorativa che sono stati sottoposti a visita medica, esame poligrafico notturno e somministrazione di un questionario clinico-anamnestico. Dalle analisi e da tutti i modelli elaborati tramite algoritmi di machine learning, emerge che determinati fenotipi clinici (soggetti in sovrappeso o obesi) sono più frequentemente associati ad Osa e che nei soggetti di sesso maschile, questa associazione risulta ancora più significativa. L'utilità degli algoritmi predittivi nell'Osa, come mostrato dai nostri dati e in

accordo con i dati di letteratura rilevano i segni e i sintomi maggiormente associati alla patologia, oltre che stimare la probabilità che l'Osa sia presente in una popolazione con determinate caratteristiche fenotipiche, consentendo la formulazione precoce del sospetto diagnostico.

Keywords: *incidentalità stradale; infortunistica stradale; salute e sicurezza sul lavoro; sonno; apnee ostruttive del sonno; mobilità.*

INTRODUZIONE

La Sindrome delle apnee ostruttive del sonno: un'analisi approfondita

La Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (Osa) è una condizione complessa e multidimensionale caratterizzata da episodi ripetuti di collasso completo (apnea) o parziale (ipopnea) delle vie aeree superiori durante il sonno. Questi episodi provocano una significativa desaturazione di ossigeno e risvegli notturni, che si traducono in un sonno frammentato e non riposante. I sintomi principali includono russamento forte e disturbante, episodi di apnea testimoniati e sonnolenza eccessiva diurna, con ripercussioni rilevanti sulla salute cardiovascolare, sul benessere mentale e sulla qualità della vita. L'Osa ha una prevalenza globale che si stima colpisca quasi un miliardo di persone, con 425 milioni di adulti fra i 30 e i 69 anni che presentano una forma moderata-severa della condizione. Negli Stati Uniti, si stima che il 25-30% degli uomini e il 9-17% delle donne siano a rischio Osa. La prevalenza è maggiore nelle popolazioni ispaniche, nere e asiatiche e aumenta con l'età. Fattori di rischio significativi includono l'obesità, il sesso maschile e l'avanzare dell'età, con una correlazione diretta tra l'aumento dell'Indice di massa corporea (Body mass index - Bmi) e la gravità dell'Osa. Il collasso delle vie aeree durante il sonno è influenzato da fattori anatomici e non anatomici. Le strutture anatomiche che favoriscono il restringimento delle vie aeree comprendono una circonferenza del collo ampia, l'eccesso di tessuto molle, e variazioni nelle strutture ossee. Fattori non anatomici come la distribuzione del grasso centrale, l'età avanzata e il sesso maschile contribuiscono anch'essi al rischio di Osa. Inoltre, fattori

comportamentali come l'uso di alcol, fumo e l'assunzione di sedativi possono aggravare la condizione. I pazienti con Osa presentano tipicamente sintomi di sonnolenza diurna e russamento, insieme a segni fisici come circonferenza del collo aumentata e segni di affollamento orofaringeo. Per una diagnosi accurata, è fondamentale l'uso di strumenti di screening validati, parametri clinico-anamnestici, demografici e antropometrici, utili per la formulazione del sospetto diagnostico. La diagnosi definitiva dell'Osa viene effettuata tramite polisonnografia notturna, considerata il *gold standard*, o attraverso esami poligrafici notturni a domicilio. Questi test monitorano diversi parametri, tra cui il flusso aereo, l'effort respiratorio e la saturazione di ossigeno, per determinare la gravità della condizione. Il trattamento dell'Osa richiede un approccio multifattoriale, adattato alle esigenze individuali del paziente. La terapia con la Continuous positive airway pressure (Cpap) è il trattamento più efficace per l'Osa moderata-severa, ma l'aderenza del paziente rimane un problema significativo (quasi il 50% dei pazienti interrompono l'uso entro il primo mese). La gestione efficace dell'Osa richiede una collaborazione interdisciplinare tra specialisti del sonno, medici di base, cardiologi, otorinolaringoiatri e dietisti. La comunicazione e il lavoro di squadra tra i professionisti della salute sono fondamentali per garantire una cura completa e migliorare gli esiti per i pazienti. L'Osa è una condizione complessa, con implicazioni significative per la salute individuale, pubblica e lavorativa. Attraverso l'uso di tecnologie avanzate e un approccio integrato per la formulazione del sospetto diagnostico e successiva diagnosi precoce e trattamento, è possibile migliorare la gestione di questa sindrome e ridurre il suo impatto sociale ed economico.

Dati e salute: il Machine Learning nella comprensione delle patologie a supporto della diagnosi precoce

Negli ultimi anni, il machine learning (ML) ha guadagnato un ruolo centrale nel campo della medicina, diventando una risorsa fondamentale per l'analisi e l'interpretazione di dati clinici, genomici e ambientali. Questa tecnologia sta iniziando ad essere impiegata massivamente nello studio dei meccanismi di patogenesi e nella formulazione di diagnosi precoci, contribuendo così a ottimizzare le strategie di intervento e trattamento. Il ML, tramite l'analisi di dataset, consente quindi di identificare meccanismi complessi, associazioni e profili spesso impossibili da rilevare con approcci tradizionali. Gottlieb et al.

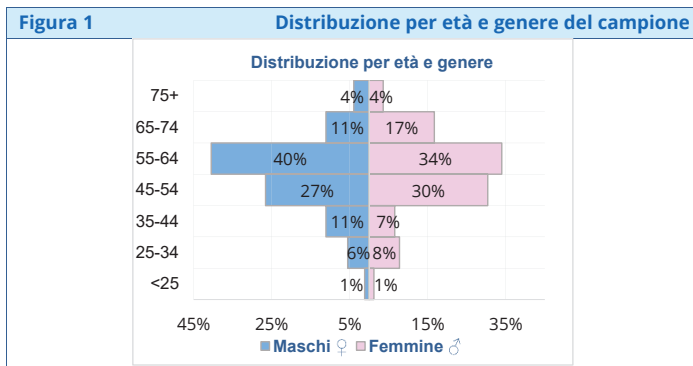
(2020) ad esempio, hanno dimostrato la superiore capacità di questi algoritmi di ML nel prevedere l'insorgenza di malattie cardiovascolari rispetto ai metodi di valutazione convenzionali. Nell'ambito dell'Osa, Azarbarzin et al. (2019) hanno mostrato come l'analisi dei dati provenienti da studi clinici tramite ML possa rivelare nuovi fattori di rischio associati a tale condizione patologica, migliorando così le pratiche di screening e diagnosi. Uno degli aspetti più promettenti del ML è la sua potenzialità di personalizzare i trattamenti. L'analisi approfondita dei dati clinici potrebbe permettere di adattare le terapie alle caratteristiche specifiche di ciascun paziente, migliorando così gli esiti clinici e supportando lo sviluppo di terapie personalizzate. Bock et al. (2022) hanno evidenziato, inoltre, che l'uso del ML per la stratificazione del rischio in pazienti con malattie cardiache ha portato a interventi terapeutici più mirati e, di conseguenza, a risultati migliori. Nonostante i progressi, l'implementazione del ML nella pratica clinica non è priva di sfide. La qualità e la disponibilità dei dati sono fattori cruciali per l'efficacia dei modelli di ML e inoltre, la protezione della privacy dei pazienti rappresenta una preoccupazione centrale. È essenziale quindi, garantire che i modelli siano interpretabili e utilizzabili dai clinici, evitando il rischio di dipendenza da algoritmi "opachi", ossia modelli o sistemi di ML la cui logica interna e il funzionamento siano eccessivamente difficili da comprendere o interpretare. Le sfide etiche legate all'uso di tali tecnologie in ambito sanitario sono anch'esse significative: la trasparenza nei processi decisionali e la necessità di una supervisione umana rimangono temi ancora da affrontare. Il futuro del ML nella medicina, quindi, è promettente e potrebbe rivoluzionare il modo in cui comprendiamo e trattiamo le patologie. Grazie ai continui sviluppi tecnologici e una crescente collaborazione tra medici e data scientist, infatti, si apriranno nuove e concrete opportunità nella diagnosi precoce e nella gestione delle malattie. Un approccio integrato e multidisciplinare, pertanto, sarà fondamentale per massimizzare i benefici nell'utilizzo di tale tecnologia, migliorando non solo la qualità della vita dei pazienti, ma anche l'efficienza del sistema sanitario nel suo complesso. La ricerca futura in questo campo sarà essenziale per affrontare le sfide presenti e future, garantendo un'assistenza sanitaria di alta qualità e basata su evidenze, contribuendo così a una medicina più predittiva, preventiva e personalizzata.

MATERIALI E METODI

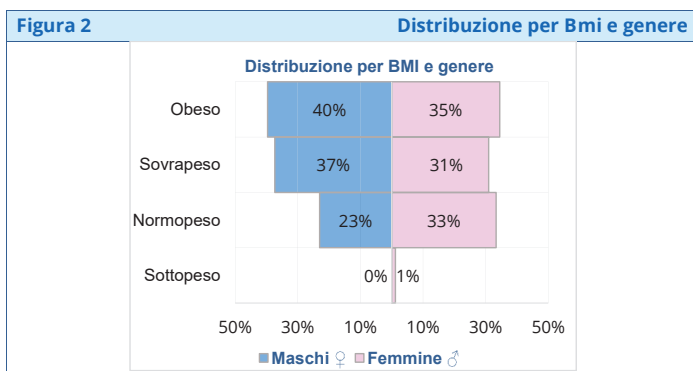
Lo studio è stato eseguito su un campione complessivo di 429 pazienti reclutati presso Sapienza università di Roma da gennaio 2021 a novembre 2022. Lo studio si è concentrato su pazienti con sospetto di Osa. Il protocollo dello studio prevedeva questionari di autovalutazione compilati dai pazienti, insieme a valutazioni cliniche, inclusi questionari anamnestici. La poligrafia notturna per il monitoraggio domiciliare non supervisionato dei pazienti è stata eseguita in una notte di registrazione con il dispositivo SOMNOtouch™ RESP eco PSG. Sono stati, inoltre, raccolti dati demografici (età e genere), misurazioni antropometriche (peso, altezza, Bmi in kg/m², circonferenza collo, vita e anche), lavoro notturno, abitudine al fumo (pregressa e/o attuale) e informazioni sulle comorbidità. Il protocollo dello studio ha ricevuto l'approvazione etica dal Comitato Etico del Policlinico Umberto I. La diagnosi di apnea ostruttiva del sonno è stata basata sul calcolo dell'indice apnea-ipopnea (Ahi), utilizzando criteri diagnostici internazionali. L'Osa lieve è stata identificata con un valore Ahi≥5, l'Osa moderata con un valore Ahi≥15 e l'Osa grave con un valore Ahi≥30.

RISULTATI

In Figura 1 è riportata la distribuzione per età e genere dei 420 del campione in studio. Per quanto riguarda il genere emerge una distribuzione in favore degli uomini che costituiscono circa il 60% mentre le donne il 40% del campione. La classe di età 55-64 rappresenta complessivamente circa il 38% del campione. Dal grafico emerge, inoltre, che le distribuzioni per età distinte per genere sono piuttosto simili.

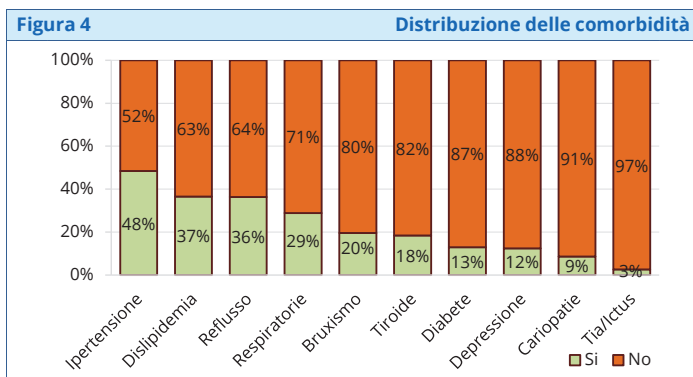
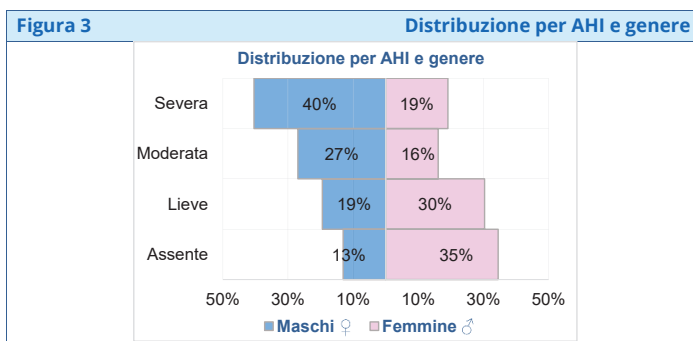


In Figura 2 è stata riportata la distribuzione per Body mass index (Bmi) e genere. Il 27% circa del campione (114 osservazioni) riporta un Bmi normale, mentre circa il 35% e il 38% sono in sovrappeso o obesi (146 e 158 osservazioni rispettivamente). In entrambi i sessi la maggior parte dei pazienti risultano in sovrappeso o obesi con circa il 77% sul totale degli uomini (194 soggetti su 252) e il 65% per le donne (110 soggetti su 168).

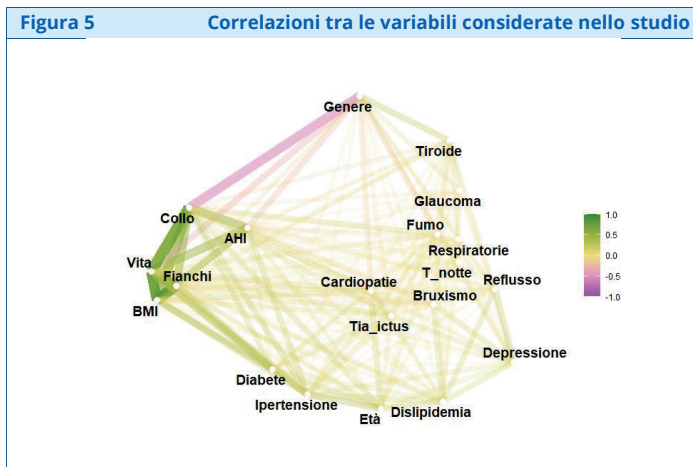


La Figura 3 descrive la distribuzione dell'Ahi ricodificato in quattro modalità discrete. Il 22% circa del campione totale riporta un Ahi assente. In particolare, per il 35% delle donne (58 pazienti) emerge un Ahi assente rispetto al 13% circa degli uomini (33 pazienti). Di conseguenza circa il 67% dei pazienti uomini registra un Ahi moderato o severo (170 osservazioni) rispetto a circa il 35% delle pazienti donne (59 osservazioni).

In Figura 4 è riportata la distribuzione delle comorbidità rilevate all'interno del campione in studio. Dal grafico emerge che circa il 48% del campione soffre di ipertensione, il 37% di dislipidemia e il 36% di reflusso gastroesofageo.



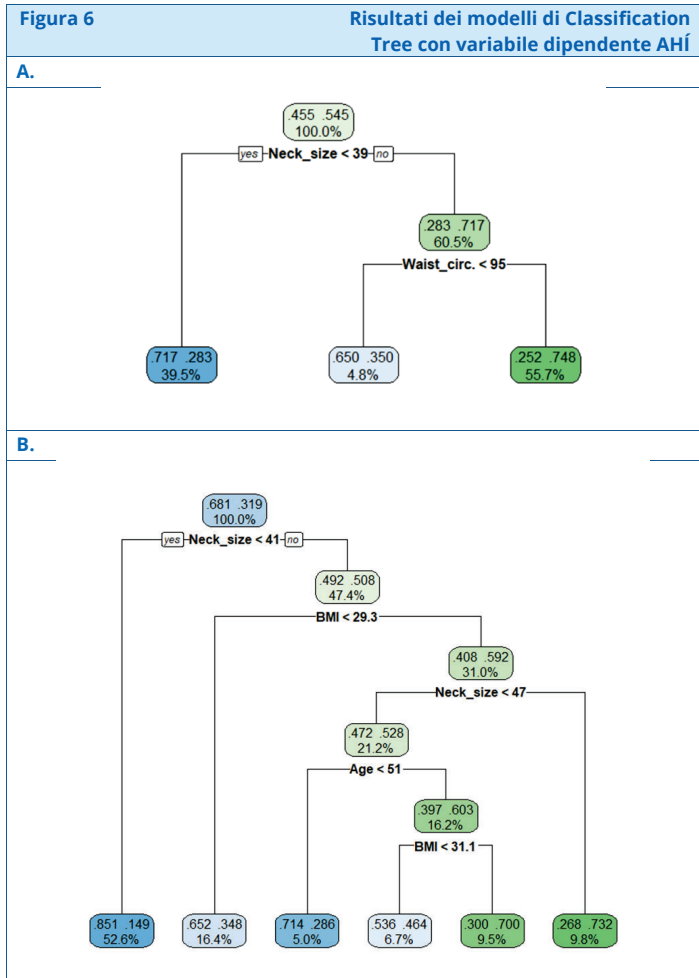
La Figura 5 riporta le correlazioni tra le variabili considerate all'interno dello studio. Nello specifico emergono correlazioni piuttosto consistenti tra variabili espressione di caratteristiche fisiche e antropometriche quali diametro del collo, della vita, dei fianchi e Bmi ($0,5 \leq r \leq 0,9$) che a loro volta risultano moderatamente correlate con l'Ahi ($0,3 \leq r \leq 0,5$). I maschi inoltre risultano avere un diametro del collo particolarmente più esteso rispetto alle femmine ($r = -0,6$). Tra le comorbidità, l'ipertensione è il fattore che registra la correlazione più elevata con l'Ahi ($r = 0,23$).



Per verificare e confermare la significatività delle relazioni emerse tra l'Ahi e i fattori rilevati nello studio quali comorbidità, caratteristiche fisiche e antropometriche, elementi legati alle abitudini lavorative e caratteristiche socio-demografiche, abbiamo eseguito un'analisi multivariata attraverso due algoritmi di ML quali: il *Classification tree* e il *Random forest*.

Abbiamo utilizzato due variabili risposta dicotomiche in base a due diversi valori di cut-off basati sull'indicatore Ahi¹. Sono riportati i modelli elaborati tramite l'algoritmo di *Classification tree*, una tecnica di analisi che consente di individuare, in modo intuitivo e visivo, i profili di soggetti più o meno a rischio rispetto a uno specifico esito clinico. Questo algoritmo suddivide progressivamente il dataset in gruppi sempre più omogenei rispetto alla variabile di outcome, attraverso una serie di "domande" basate sulle variabili predittive disponibili. A ogni passaggio, l'algoritmo seleziona la variabile che meglio distingue i soggetti in base al rischio dell'esito considerato, costruendo così un percorso decisionale gerarchico. Questo rappresenta uno dei principali punti di forza del metodo: l'individuazione e la costruzione di una struttura facilmente interpretabile, che permette di comprendere quali fattori contano di più e in che modo si combinano tra loro. Analizzando il modello relativo ad una Ahi \geq 15, emerge chiaramente come le misure antropometriche giochino un ruolo centrale nella stratificazione del rischio. In particolare, il gruppo con la più alta probabilità di soffrire di Osa è costituito da pazienti con circonferenza del collo superiore a 39cm e una circonferenza della vita superiore a 95cm, per i quali la probabilità stimata raggiunge il 75%. Al contrario, i soggetti con una circonferenza del collo inferiore a 39cm mostrano una probabilità nettamente più bassa di Osa, pari al 28%. Un quadro analogo, ma ancora più marcato, emerge dal modello basato su Ahi \geq 30, che identifica profili di rischio più estremi. In questo caso, avere una circonferenza del collo inferiore a 41cm è associato a una bassa probabilità di Osa severa (15%), configurandosi come un chiaro fattore protettivo. Al contrario, il sottoinsieme di pazienti con il rischio più elevato è rappresentato da coloro che presentano una circonferenza del collo superiore a 47cm associata a un Bmi superiore a 29,3 kg/m², con una probabilità di Osa severa che raggiunge il 73%. Nel complesso, i modelli suggeriscono che la distribuzione del grasso corporeo, più che il singolo parametro isolato, contribuisce in modo rilevante alla definizione del rischio.

¹ Primo cut-off, presenza di Osa per Ahi \geq 15; Secondo cut-off, presenza di Osa per Ahi \geq 30.



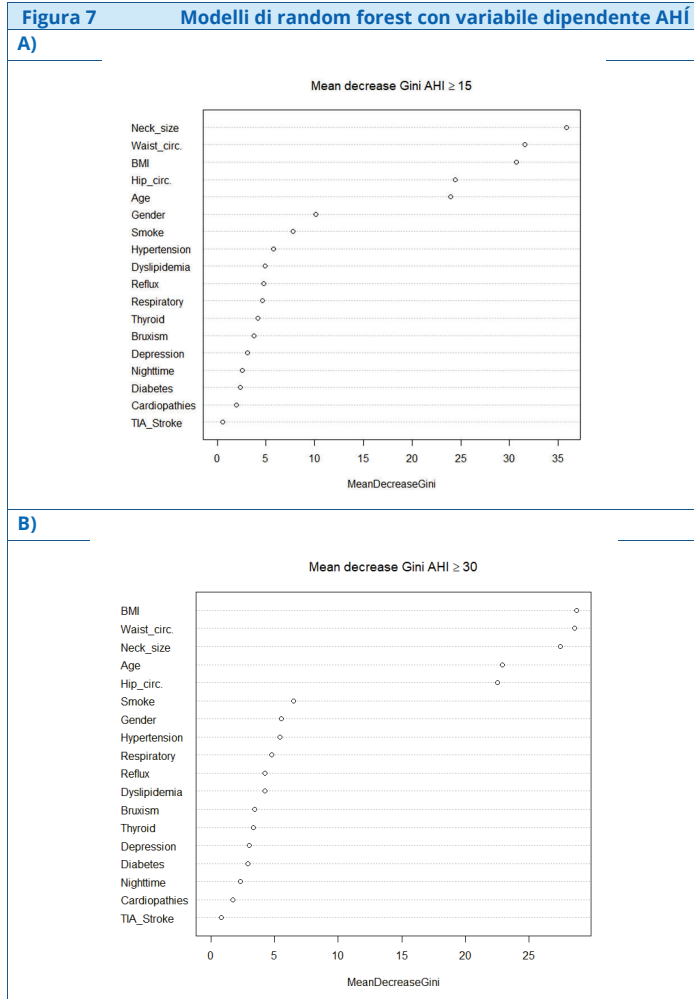
In Figura 7 sono presentati i risultati dei modelli sviluppati mediante l'algoritmo di *Random forest*, una tecnica di apprendimento automatico che rappresenta un'evoluzione dei modelli ad albero decisionale. Il *Random forest* combina infatti un elevato numero di *Classification tree*, facendo lavorare insieme molti modelli semplici per ottenere una previsione complessiva più accurata e affidabile.

Il principio alla base del *Random forest* è quello della "forza del gruppo": ogni albero decisionale viene costruito utilizzando un campione casuale di osservazioni e di variabili estratte dal dataset originale.

Il risultato finale del modello deriva dalla combinazione di tutti questi contributi consentendo di ridurre il rischio di sovradattamento ai dati (overfitting), tipico dei singoli alberi decisionali e di aumentare la stabilità e la robustezza delle stime. Tale metodo offre inoltre la possibilità di valutare l'importanza relativa delle variabili, con indicazioni utili su quali fattori contribuiscono maggiormente alla capacità predittiva del modello.

Dall'analisi dei risultati emerge un quadro complessivo coerente nei due modelli considerati. In entrambi i casi, l'età, il genere, il tabagismo e le variabili che esprimono caratteristiche fisiche e antropometriche risultano avere un ruolo centrale nella previsione dell'Ahi. Questo suggerisce che il rischio di Osa non dipende da un singolo fattore isolato, ma da una combinazione di elementi demografici, comportamentali e corporei che, nel loro insieme, contribuiscono in modo significativo alla severità del disturbo.

Nel complesso, i modelli *Random forest* confermano e rafforzano quanto emerso dalle analisi basate sui *Classification tree*, offrendo una visione più robusta e meno sensibile alle fluttuazioni del singolo campione. L'approccio consente quindi di individuare i principali determinanti dell'Ahi con maggiore affidabilità, fornendo una lettura globale del fenomeno e supportando l'identificazione dei fattori chiave su cui concentrare l'attenzione clinica e preventiva.



Infine, abbiamo analizzato nello specifico la relazione tra caratteristiche fisiche e misure antropometriche (tramite il Bmi), il genere e l'Ahi come variabile continua. Nello specifico abbiamo verificato se la relazione tra Bmi e Ahi possa essere moderata dal genere, considerando che la modalità di accumulo di grasso è mediamente diversa tra i sessi.

Dai risultati del modello risulta che il genere ha un effetto significativo di moderazione. Come emerge infatti dalla Figura 8, il coefficiente angolare della retta di regressione stimato dal modello per i pazienti maschi è significativamente più elevato del coefficiente angolare della retta per le pazienti femmine.



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La presente indagine ha valutato l'efficacia dei modelli di Machine learning (ML) nella previsione della severità della Sindrome delle Apnee Ostruttive del Sonno (Osa), evidenziando il loro potenziale come strumenti avanzati di supporto al processo decisionale clinico. I risultati ottenuti indicano che l'integrazione di dati

clinici, antropometrici e demografici permette di stratificare il rischio dei pazienti con un'accuratezza significativa, superando in molti casi la capacità predittiva dei metodi di valutazione convenzionali. La complessità non lineare dei dati relativi all'Osa viene catturata più efficacemente da modelli capaci di analizzare interazioni multifattoriali, un dato in linea con la letteratura recente, che sottolinea la necessità di approcci personalizzati per migliorare lo screening. L'analisi dell'importanza delle variabili ha confermato che la circonferenza del collo, il Bmi e la circonferenza della vita sono i predittori più solidi della severità della patologia. Un dato di particolare rilievo riguarda l'effetto di moderazione del genere: la relazione tra Bmi e Ahi è significativamente più marcata negli uomini rispetto alle donne, suggerendo che la modalità di accumulo del grasso corporeo legata al sesso sia un determinante patogenetico cruciale che richiede soglie diagnostiche differenziate. Dal punto di vista delle comorbidità, l'ipertensione si è distinta come il fattore più associato alla severità dell'Osa. Questo dato supporta le evidenze internazionali più recenti che pongono l'accento sul legame bidirezionale tra queste condizioni e sull'importanza di una diagnosi precoce per ridurre il rischio cardio-cerebrovascolare e l'impatto economico e sociale della sindrome, spesso sottodiagnosticata e quindi sotto-trattata. Sebbene siano necessari ulteriori perfezionamenti per migliorare la sensibilità nei casi lievi, l'approccio multidisciplinare che integra competenze mediche e data science si conferma essenziale per migliorare gli esiti clinici e l'efficienza del sistema sanitario nel suo complesso. L'interazione significativa tra genere e Bmi nella capacità predittiva dell'AHI, pertanto, suggerisce di dividere il campione per genere o, nel caso in cui non ci sia una numerosità sufficiente, di tenere conto dell'effetto di moderazione.

Gli algoritmi di ML quindi, aiutano a individuare profili di rischio tramite combinazioni di fattori semplici e clinicamente misurabili. L'approccio consente non solo di identificare i soggetti più vulnerabili, ma anche di evidenziare soglie e caratteristiche che distinguono chiaramente i gruppi a basso e alto rischio, fornendo indicazioni utili per la pratica clinica e per eventuali strategie di screening mirato. In questo contesto, l'intelligenza artificiale si configura come uno strumento con un elevato potenziale per il supporto alle decisioni cliniche, aprendo nuove opportunità per il miglioramento della diagnosi e per una maggiore personalizzazione dei percorsi di cura. L'utilizzo di modelli predittivi

avanzati permette infatti di integrare simultaneamente molteplici informazioni e di cogliere pattern complessi che difficilmente emergerebbero attraverso approcci tradizionali. Tuttavia, è fondamentale riconoscere anche i potenziali rischi legati a un uso non consapevole o eccessivamente automatico di queste tecnologie, tali da compromettere l'accuratezza diagnostica e la qualità del processo decisionale. In definitiva, i modelli di ML dovrebbero essere considerati come strumenti di supporto, capaci di affiancare e rafforzare il giudizio clinico, ma non di sostituirlo. Un utilizzo consapevole e integrato dell'intelligenza artificiale, basato su competenze adeguate e su una lettura critica dei risultati, rappresenta la chiave per sfruttarne appieno i benefici, garantendo al tempo stesso sicurezza, affidabilità e appropriatezza nelle decisioni cliniche.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Alakörkkö, I., Törmälehto, S., Leppänen, T., et al. (2023). The economic cost of obstructive sleep apnea: a systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 72, 101854. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2023.101854>
2. Azarbarzin, A., Zinchuk, A., Wellman, A., Labarca, G., Vena, D., Gell, L., Messineo, L., White, D. P., Gottlieb, D. J., Redline, S., Peker, Y., & Sands, S. A. (2022). Cardiovascular Benefit of Continuous Positive Airway Pressure in Adults with Coronary Artery Disease and Obstructive Sleep Apnea without Excessive Sleepiness. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 206(6), 767–774. <https://doi.org/10.1164/rccm.202111-2608OC>
3. Bock, J. M., Needham, K. A., Gregory, D. A., Ekono, M. M., Wickwire, E. M., Somers, V. K., & Lerman, A. (2022). Continuous Positive Airway Pressure Adherence and Treatment Cost in Patients With Obstructive Sleep Apnea and Cardiovascular Disease. *Mayo Clinic proceedings. Innovations, quality & outcomes*, 6(2), 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2022.01.002>
4. Borsoi, L., Armeni, P., Donin, G., et al. (2022). The invisible costs of obstructive sleep apnea (Osa): Systematic review and cost-of-illness analysis. *PLoS ONE*, 17, e0268677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268677>

5. Chung, F., Yegneswaran, B., Liao, P., Chung, S. A., Vairavanathan, S., Islam, S., Khajehdehi, A., & Shapiro, C. M. (2008). STOP questionnaire: a tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*, 108(5), 812–821. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31816d83e4>
6. Gottlieb, D. J., & Punjabi, N. M. (2020). Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review. *JAMA*, 323(14), 1389–1400. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3514>
7. Holfinger, S. J., Lyons, M. M., Keenan, B. T., et al. (2022). Diagnostic performance of machine learning-derived OSA prediction tools in large clinical and community-based samples. *Chest*, 161(3), 807–817. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.10.023>
8. Johns M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540–545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
9. Kim, Y. J., Jeon, J. S., Cho, S.-E., et al. (2021). Prediction models for obstructive sleep apnea in Korean adults using machine learning techniques. *Diagnostics*, 11(4), 612. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11040612>
10. Kirk, J., Wickwire, E., Somers, V., et al. (2023). Undiagnosed obstructive sleep apnea increases risk of hospitalization among a racially diverse group of older adults with comorbid cardiovascular disease. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 19. <https://doi.org/10.5664/jcsm.10526>
11. Nagappa, M., Liao, P., Wong, J., Auckley, D., Ramachandran, S. K., Memsoudis, S., Mokhlesi, B., & Chung, F. (2015). Validation of the STOP-Bang Questionnaire as a Screening Tool for Obstructive Sleep Apnea among Different Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS one*, 10(12), e0143697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143697>
12. Netzer, N. C., Stoohs, R. A., Netzer, C. M., Clark, K., & Strohl, K. P. (1999). Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. *Annals of internal medicine*, 131(7), 485–491. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-131-7-199910050-00002>
13. Russo, S., Martini, A., Luzzi, V., Garbarino, S., Pietrafesa, E., & Polimeni, A. (2025). Exploring the complexity of obstructive sleep apnea: findings

from machine learning on diagnosis and predictive capacity of individual factors. *Sleep and Breathing*, 29(49). <https://doi.org/10.1007/s11325-024-03191-1>

14. Shi, E., Zhang, Y., Cao, Z., et al. (2023). Application and interpretation of machine learning models in predicting the risk of severe obstructive sleep apnea in adults. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02331-z>
15. Soori, R., Baikunje, N., D'sa, I., et al. (2023). Pitfalls of AHI system of severity grading in obstructive sleep apnoea. *Sleep Science*, 15, 285–288. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20220001>
16. Tsai, C.-Y., Liu, W.-T., Lin, Y.-T., Huang, H.-T., Juang, J.-N., & Chiu, H.-W. (2022). Machine learning approaches for screening the risk of obstructive sleep apnea in the Taiwan population based on body profile. *Informatics for Health and Social Care*, 47(4), 373–388. <https://doi.org/10.1080/17538157.2021.2007930>
17. Vanek, J., Prasko, J., Genzor, S., et al. (2020). Obstructive sleep apnea, depression and cognitive impairment. *Sleep Medicine*, 72, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.03.017>
18. Yeghiazarians, Y., Jneid, H., Tietjens, J. R., et al. (2021). Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 144(11), e56–e67. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000988>
19. Yildiz, A.B., Siriopol, D., Vehbi, S., et al. (2022). Assessment of hypertension in obstructive sleep apnea by ambulatory blood pressure monitoring: A systematic review and meta-analysis. *Blood Pressure Monitoring*, 27, 285–296. <https://doi.org/10.1097/MBP.0000000000000732>

GLI AMBULATORI INAIL NEL PROGETTO DI SCREENING E SENSIBILIZZAZIONE SULLE APNEE NOTTURNE

Lucia Bramante, Chiara Maurilli

Sovrintendenza Sanitaria Centrale, Inail, Roma

ABSTRACT

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) è una condizione patologica ad elevata prevalenza nella popolazione adulta e frequentemente sottodiagnosticata; studi epidemiologici stimano che interessi circa il 9–38% della popolazione generale, con percentuali più elevate nei soggetti con fattori di rischio quali obesità, sesso maschile ed età avanzata. In medicina del lavoro, la diagnosi precoce e lo screening dei disturbi del sonno sono quindi di estrema rilevanza ai fini della prevenzione degli infortuni e dell'incidentalità stradale.

Il presente lavoro descrive il progetto di sensibilizzazione e autovalutazione del rischio di sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) sviluppato presso le sedi territoriali Inail, che prevede attività informative e l'utilizzo della piattaforma digitale Sleep@s-app per una prima valutazione del rischio.

Gli ambulatori medico-legali e di prime cure Inail rappresentano un setting privilegiato per tali interventi, intercettando lavoratori che accedono alle prestazioni sanitarie a seguito di infortunio. In questo momento di particolare sensibilità, il personale sanitario svolge un ruolo centrale di educazione sanitaria e orientamento verso eventuali approfondimenti diagnostici e contribuendo alla prevenzione di possibili ulteriori eventi infortunistici.

Keywords: *Osa (apnee ostruttive del sonno); prevenzione infortuni; incidentalità stradale; promozione della salute nei luoghi di lavoro, educazione sanitaria.*

INTRODUZIONE

La tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori rappresenta uno degli obiettivi centrali delle attività istituzionali dell'Inail, che affianca alle funzioni assicurative e di assistenza agli infortunati un impegno crescente nelle attività di prevenzione sanitaria e promozione della salute. In questa prospettiva l'Istituto promuove interventi orientati alla gestione integrata dei fattori di rischio che possono influenzare la salute dei lavoratori e la sicurezza negli ambienti di lavoro.

Negli ultimi anni si è progressivamente affermato il concetto di salute globale del lavoratore con un più ampio approccio alla prevenzione in ambiente di lavoro che supera la tradizionale distinzione tra rischi strettamente occupazionali e condizioni di salute individuali. Lo stato di salute e i fattori legati agli stili di vita possono interagire con i rischi e l'ambiente di lavoro, influenzandosi reciprocamente nel determinare eventi avversi quali patologie cardiovascolari, alterazioni del peso corporeo e disturbi del ritmo sonno-veglia; allo stesso tempo tali condizioni possono aumentare la probabilità di infortunio o di incidente.

Questo approccio integrato è coerente con l'orientamento promosso dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) attraverso il modello Total Worker Health, che propone l'integrazione tra interventi di promozione della salute e strategie di prevenzione della sicurezza nei luoghi di lavoro.

In Italia, tali principi trovano riscontro già nel Piano nazionale della prevenzione 2020-2025, che promuove la gestione integrata dei fattori di rischio professionali e individuali e individua nei luoghi di lavoro un contesto strategico per la promozione della salute.

In questo contesto si colloca il progetto promosso da Inail per la sensibilizzazione e l'autovalutazione del rischio di Osa tra gli assistiti che accedono agli ambulatori dell'Istituto. Gli ambulatori medico-legali e di prime cure rappresentano infatti un setting favorevole per attività di prevenzione, in

quanto intercettano lavoratori che accedono ai servizi sanitari a seguito di un evento infortunistico, momento in cui l'educazione sanitaria e l'orientamento verso eventuali approfondimenti diagnostici possono risultare particolarmente efficaci.

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) riveste particolare interesse per Inail, in quanto è una patologia caratterizzata da episodi ricorrenti di ostruzione delle vie aeree superiori durante il sonno, con conseguente frammentazione del sonno e riduzione dell'ossigenazione ematica. La condizione è frequentemente associata ad eccessiva sonnolenza diurna e riduzione delle capacità di attenzione e vigilanza, con potenziali ripercussioni sulla sicurezza individuale e collettiva. Numerosi studi hanno evidenziato un aumento del rischio di incidenti stradali nei soggetti affetti da Osa non trattata, nonché una maggiore probabilità di infortuni lavorativi, soprattutto in contesti in cui l'attività richiede elevati livelli di attenzione o comporta la conduzione di veicoli e macchinari.

Razionale del progetto

Il progetto nasce dalla considerazione che gli ambulatori Inail rappresentano un setting privilegiato per interventi di prevenzione e educazione sanitaria, in quanto intercettano lavoratori che accedono ai servizi sanitari dell'Istituto a seguito di un evento infortunistico. Tale momento rappresenta infatti una fase in cui il lavoratore manifesta una maggiore sensibilità verso i temi della salute e della sicurezza. In tale circostanza, la percezione del rischio risulta più concreta e l'attenzione verso possibili determinanti dell'evento lesivo è generalmente più elevata. Questo momento può essere considerato una opportunità privilegiata di educazione sanitaria, in cui l'interazione con il personale sanitario consente di promuovere una maggiore consapevolezza dei fattori che possono influenzare la sicurezza personale e lavorativa. All'interno di questo processo, il personale infermieristico svolge un ruolo centrale. Gli infermieri, infatti, rappresentano spesso il primo punto di contatto tra assistito e struttura sanitaria e contribuiscono in modo significativo all'accoglienza, alla comunicazione delle informazioni e al supporto nella comprensione dei percorsi di prevenzione e cura.

Nel contesto del progetto Osa, l'intervento infermieristico assume quindi anche una funzione di educazione sanitaria e counselling breve, orientata a favorire la partecipazione degli assistiti alle attività di autovalutazione e a promuovere l'eventuale approfondimento diagnostico nei casi in cui emerga un sospetto di disturbo del sonno.

MATERIALI E METODI

Il progetto è stato sviluppato dalla Sovrintendenza sanitaria centrale (Ssc), con il coinvolgimento degli ambulatori medico-legali e di prime cure della regione Lazio, Liguria e Campania, e il Laboratorio di epidemiologia occupazionale ed ambientale del Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (Dimeila) di Inail.

Prima dell'avvio della fase operativa, è stato realizzato un intervento formativo rivolto al personale sanitario coinvolto nella sperimentazione, in particolare infermieri e medici delle sedi territoriali interessate. Il corso aveva l'obiettivo di sensibilizzare gli operatori alla rilevanza dei disturbi e delle patologie del sonno come possibili fattori di rischio per infortuni lavorativi e infortuni in itinere. Nell'ambito della formazione sono stati illustrati i principali aspetti clinici ed epidemiologici dei disturbi del sonno, con particolare attenzione alla sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa), nonché il razionale del progetto e le modalità di utilizzo dello strumento digitale previsto dall'intervento, rappresentato dalla Sleep@s-app. Questa fase preliminare ha consentito di uniformare le conoscenze degli operatori sanitari e di fornire indicazioni operative per la corretta informazione degli assistiti e per l'eventuale indirizzamento ai percorsi di approfondimento clinico. Successivamente, l'intervento ha previsto la distribuzione presso le sedi territoriali di materiale informativo dedicato ai disturbi del sonno e alla sindrome delle apnee ostruttive. Il materiale contiene un codice QR (Figura 1) che consente agli assistiti di accedere alla Sleep@s-app, una piattaforma digitale che permette di effettuare una autovalutazione tramite questionario del rischio di Osa. Il questionario è articolato in diverse sezioni riguardanti: dati generali (genere, età, scolarità, attività lavorativa); dati antropometrici (peso, altezza, circonferenza del collo); abitudini di guida e storia di incidenti; caratteristiche del sonno; abitudine al

L'applicazione digitale restituisce all'utente un feedback immediato di orientamento sul rischio in base ai seguenti indicatori: l'indice di massa corporea; la valutazione della sonnolenza diurna mediante apposita scala (Scala di Epworth) e la stima del rischio di Osa tramite il Berlin Questionnaire e lo Stop Bang, strumenti di screening validati e ampiamente utilizzati a livello internazionale per l'identificazione dei soggetti a rischio di apnea ostruttiva del sonno. Il livello di rischio stimato viene restituito attraverso un sistema di classificazione cromatica a tre livelli (verde, giallo, rosso), analogo a un modello "semaforico", che consente una immediata interpretazione del profilo di rischio da parte dell'utente.

L'intero sistema di raccolta e gestione dei dati è stato progettato nel rispetto della normativa vigente in materia di protezione dei dati personali, garantendo l'anonimato degli utenti e l'impossibilità di identificarli. Tale scelta è stata adottata anche al fine di evitare che le informazioni raccolte nell'ambito dell'attività di screening possano interferire con le procedure di accertamento o con il riconoscimento di eventuali infortuni lavorativi o in itinere. Qualora emerga un sospetto di Osa, è a disposizione dell'assistito un'informativa destinata al medico di medicina generale, finalizzata ad illustrare l'iniziativa e a facilitare il successivo approfondimento clinico.

Nei casi ritenuti meritevoli di valutazione specialistica è previsto l'invio ai centri del sonno di riferimento del progetto, tra cui il Policlinico Umberto I di Roma, l'Ospedale San Martino di Genova e l'Ospedale San Pio di Benevento, dove gli assistiti possono essere sottoposti a polisonnografia, esame diagnostico di riferimento e passaggio indispensabile per la conferma della diagnosi di sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa). Il progetto è stato sviluppato nel rispetto delle procedure etiche previste e ha ottenuto l'approvazione del competente Comitato etico.

DISCUSSIONE

L'iniziativa descritta rappresenta un esempio di integrazione tra assistenza sanitaria, promozione della salute e prevenzione degli infortuni. L'utilizzo di strumenti digitali per l'autovalutazione del rischio consente di ampliare le possibilità di sensibilizzazione e di favorire l'accesso a percorsi diagnostici appropriati, contribuendo all'identificazione precoce di condizioni cliniche che

possono influenzare la sicurezza sul lavoro e nella guida. Nel corso della sperimentazione, lo strumento digitale impiegato si è dimostrato di agile utilizzo sia per le modalità e i tempi di somministrazione sia per la comprensione da parte del personale sanitario e degli assistiti, facilitando l'integrazione della procedura di autovalutazione all'interno delle attività ambulatoriali senza determinare rilevanti incrementi del carico organizzativo. Un ulteriore elemento di interesse riguarda il ruolo del personale infermieristico nell'ambito del progetto.

L'interazione tra infermiere e assistito durante il percorso ambulatoriale rappresenta un momento chiave per la trasmissione di informazioni e per la promozione di comportamenti orientati alla tutela della salute. In particolare, nel contesto dell'assistenza agli infortunati, l'educazione sanitaria assume un significato ancora più rilevante, poiché consente di trasformare un evento avverso in un'opportunità di riflessione sui fattori di rischio e sulle strategie di prevenzione. In questa prospettiva, il coinvolgimento attivo degli infermieri nelle attività di informazione, supporto alla compilazione del questionario e orientamento degli assistiti verso eventuali approfondimenti diagnostici rappresenta anche un esempio di ampliamento delle competenze infermieristiche in ambito prevenzionale. Tale esperienza si colloca infatti in linea con modelli già sviluppati in ambito internazionale, come quello dell'infermiere occupazionale, figura che affianca le tradizionali attività assistenziali a interventi di promozione della salute, identificazione precoce dei fattori di rischio e supporto ai programmi di prevenzione nei contesti lavorativi. Sleep@s-app si presenta, inoltre, come un esempio pionieristico di come le applicazioni sanitarie digitali possano responsabilizzare gli individui, migliorare i tassi diagnostici e, in ultima analisi, migliorare gli esiti in termini di salute e sicurezza occupazionale. Con l'aumento dell'adozione di dispositivi indossabili e applicazioni sanitarie mobili, l'app SLeE@S risponde alla necessità di strumenti di valutazione della salute accessibili anche in ambito occupazionale.

Il modello sperimentato potrebbe inoltre trovare applicazione anche nell'ambito della sorveglianza sanitaria aziendale, rappresentando uno strumento di primo livello che può essere proposto ai medici competenti per una valutazione preliminare del rischio di Osa nei lavoratori per la formulazione del sospetto diagnostico (in accordo con il documento "La Sindrome delle Apnee Ostruttive

nel sonno (Osa)", approvato in conferenza Stato Regioni il 12 maggio 2016), con l'eventuale successivo invio ai percorsi diagnostici specialistici nei casi sospetti. Questo approccio appare coerente con i principi della salute globale del lavoratore e con le politiche di prevenzione che promuovono l'integrazione tra interventi sanitari, organizzativi e comportamentali.

Occorre tuttavia evidenziare che l'iniziativa descritta rappresenta un intervento di sensibilizzazione e screening preliminare; ulteriori studi e applicazioni saranno necessari per valutare in modo sistematico l'impatto dell'intervento sull'identificazione precoce del rischio Osa e sugli esiti in termini di prevenzione degli infortuni.

CONCLUSIONI

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno rappresenta una condizione di rilevante interesse per la medicina del lavoro, in ragione delle possibili ricadute sulla vigilanza, sulla sicurezza nella guida e sul rischio di infortuni lavorativi e in itinere. In tale contesto, l'esperienza sviluppata presso le sedi territoriali Inail evidenzia come gli ambulatori medico-legali e di prime cure possano costituire un setting favorevole non solo per l'assistenza agli infortunati, ma anche per interventi di promozione della salute e di prevenzione mirata. L'integrazione di attività informative, supporto da parte del personale sanitario e utilizzo di uno strumento digitale di autovalutazione del rischio si è configurata come un modello organizzativamente sostenibile e di agevole applicazione nella pratica ambulatoriale. Il progetto ha inoltre messo in luce il valore del contributo del personale infermieristico, non soltanto sul piano assistenziale, ma anche in termini di educazione sanitaria, orientamento dell'assistito e rafforzamento delle competenze prevenzionali, in una prospettiva coerente con il modello dell'infermiere occupazionale.

Nel complesso, l'iniziativa suggerisce che un approccio integrato di questo tipo possa favorire una maggiore consapevolezza dei lavoratori rispetto ai disturbi del sonno e facilitare l'accesso a percorsi diagnostici appropriati nei casi sospetti, configurandosi anche come possibile strumento di primo livello da proporre nell'ambito della sorveglianza sanitaria e delle strategie di prevenzione nei luoghi di lavoro.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Senaratna, C. V., Perret, J. L., Lodge, C. J., et al. (2017). Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 34, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.08.002>
2. Peppard, P. E., Young, T., Barnet, J. H., et al. (2013). Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults. *American Journal of Epidemiology*, 177(9), 1006–1014. <https://doi.org/10.1093/aje/kws342>
3. Netzer, N. C., Stoohs, R. A., Netzer, C. M., Clark, K., & Strohl, K. P. (1999). Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. *Annals of Internal Medicine*, 131(7), 485–491. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-131-7-199910050-00003>
4. Chung, F., Abdullah, H. R., & Liao, P. (2016). STOP-BANG Questionnaire: A practical approach to screen for obstructive sleep apnea. *Chest*, 149(3), 631–638. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2015.10.006>
5. Garbarino, S., Durando, P., Guglielmi, O., et al. (2016). Sleep apnea, sleep debt, and daytime sleepiness are independently associated with road accidents: A cross-sectional study on truck drivers. *PLoS One*, 11(11), e0166262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166262>
6. Charlton, J. L., Koppel, S., O'Hare, M., et al. (2022). Motor vehicle crash risk for drivers with sleep disorders: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106087>
7. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2016). *Fundamentals of Total Worker Health® Approaches*. Cincinnati: NIOSH.
8. American Association of Occupational Health Nurses (AAOHN). (2020). *The Role of the Occupational and Environmental Health Nurse: AAOHN Position Statement*.
9. Ministero della Salute. (2020). *Piano Nazionale della Prevenzione 2020–2025*. Roma: Ministero della Salute.
10. Inail. (2025). *Relazione annuale Inail 2024*. Roma: Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro.

IL MEDICO COMPETENTE: ANALISI DEGLI INFORTUNI E PROMOZIONE DELLA SALUTE DEL SONNO

Annapaola Santoro

Unità Operativa Complessa di Medicina del Lavoro, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Roma

ABSTRACT

Il contesto nazionale ed internazionale è caratterizzato da trasformazioni recenti del mondo del lavoro (invecchiamento della forza lavoro, aumento dei ritmi e dei carichi di lavoro, difficile equilibrio tra gli impegni lavorativi ed extra-lavorativi, l'attenzione al clima lavorativo, etc.), che unitamente all'incidenza delle patologie cronico-degenerative (malattie cardiovascolari, muscolo-scheletriche e oncologiche), richiedono l'adozione di programmi di promozione della salute ed una sempre maggiore attenzione al benessere lavorativo.

Da anni è stato sviluppato un modello Pop (Parametrico-olistico-profittevole) secondo l'approccio Total worker health® che usa la strategia di coniugare la normativa in materia di salute e sicurezza del lavoro con le attività di ricerca per la promozione di un modello di luogo di lavoro che promuove salute.

L'igiene del sonno rappresenta una delle iniziative di promozione della salute rivolte agli operatori del settore della sanità e introdotte negli ultimi anni nell'Ospedale Pediatrico Bambino Gesù; essa si è concretizzata attraverso una formazione specifica rivolta a tutti i lavoratori, nonché l'utilizzo di strumenti innovativi di indagine per l'emersione di disturbi del sonno e della sindrome delle apnee notturne del sonno nell'ambito della sorveglianza sanitaria (web-app innovativa-interattiva Sleep@s-app sviluppato dal Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale dell'Inail e ancora tramite attività di ricerca in collaborazione per l'analisi dell'infortunistica anche stradale lavoro -correlata.

Keywords: *modello Pop; medico competente; igiene del sonno; infortuni; sorveglianza sanitaria, lavoro notturno.*

INTRODUZIONE

I fattori di contesto esterno, nazionale ed internazionale, in cui la nostra unità operativa opera sono sostanzialmente legati alle trasformazioni in atto del mondo del lavoro, caratterizzato in primis dall'invecchiamento della forza lavoro (il Report Eurofound 2024 evidenzia che i lavoratori attivi, con un'età superiore/uguale a 55 anni, sono oltre 40 milioni nel mondo), da ritmi lavorativi molto intensi e carichi di lavoro sempre crescenti, nonché dalla difficoltà nel mantenimento di un worklife balance, riscontrata prevalentemente dalle lavoratrici donne, e dallo switch nella società delle 24 ore, che impone di rimanere costantemente connessi attraverso l'utilizzo di dispositivi, anche in orari che sarebbero normalmente dedicati al sonno.

Il prolungamento della vita lavorativa è più complesso delle sole modifiche legislative e richiede un approccio globale con l'obiettivo principale di identificare strategie efficaci per mantenere gli anziani coinvolti, esplorando i fattori abilitanti e motivanti e il ruolo che le parti interessate possono svolgere nel promuovere ambienti di lavoro adeguati all'età.

La novità legislativa sulla promozione della salute nei luoghi di lavoro contenuta nel d. lgs. 29 del 15 marzo 2024 articolo 5, lett. c, comma 1 richiama il datore di lavoro all'obbligo di promuovere attraverso il medico competente la salute, la cultura della prevenzione e quella dell'invecchiamento sano e attivo della popolazione anziana, tenendo conto del modello sulla promozione della salute nei luoghi di lavoro - Workplace health promotion (Whp) raccomandato dall'Organizzazione mondiale della sanità, e delle indicazioni contenute nel Piano nazionale prevenzione, che prevedono l'attivazione di processi e interventi tesi a rendere il luogo di lavoro un ambiente adatto anche alle persone anziane attraverso idonei cambiamenti organizzativi.

Altri elementi di contesto esterno cui riservare attenzione riguardano un incremento del fenomeno degli infortuni lavorativi notturni, l'impatto delle

limitazioni al giudizio di idoneità espresso dai medici competenti rispetto al rischio specifico lavoro a turni/lavoro notturno, il fenomeno dell'incidentalità stradale, anche lavoro-correlato, i disturbi del sonno e le interferenze in ambito biologico, circadiano e lavorativo descritte nei lavoratori notturni ed infine il fenomeno della Sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa), ancora ampiamente sottostimato.

I dati Istat sulla rilevazione delle forze di lavoro del 2022 riportano che sono circa 2,5 milioni i lavoratori attivi di notte, un dato leggermente inferiore ad una analisi pubblicata da Eurispes nel 2023, che invece ci parla di circa 3 milioni di lavoratori, il 15% degli occupati. Rispetto alla precedente pubblicazione è aumentata di 2 punti percentuali la presenza delle donne che lavorano di notte che rappresentano il 31,3% degli occupati notturni.

Il lavoro in orario notturno è più diffuso in alcuni settori produttivi, (il dato emergente e rilevante in tal senso è quello che riguarda il settore sanitario, che registra attualmente il 28% degli occupati totali impegnati anche di notte.

Oggetto di questa relazione è la presentazione dei dati preliminari di una analisi retrospettiva del fenomeno infortunistico occorso nella popolazione lavorativa dell'Ospedale Pediatrico Bambino Gesù (Opbg). Questo lavoro si inserisce tra gli obiettivi del progetto Bric Inail 2022“Osh-Ro@D: un incrocio tra salute, sicurezza, lavoro e innovazione” che vede coinvolto l'Opbg insieme ad altre unità operative, con la finalità di migliorare le conoscenze sull'incidentalità stradale, anche lavoro correlata. Il contributo al progetto si realizza grazie all'attività che quotidianamente, viene svolta sia per rispondere agli obblighi normativi che, in quanto Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico (Ircss), per attività di ricerca per la promozione di un modello di luogo di lavoro che promuove salute, sicurezza e benessere.

GLI INFORTUNI NOTTURNI LAVORO-CORRELATI: DATI STATISTICI E ANALISI RETROSPETTIVA

Un recente report Inail, pubblicato nel 2024, ha indagato il fenomeno degli infortuni notturni lavoro-correlati. Sono state esaminate le denunce di infortuni pervenute dai lavoratori assicurati Inail e occorsi nella fascia oraria tra la mezzanotte e le ore 6 del mattino, riferiti al quinquennio 2018-2022 (dato aggiornato al 31 ottobre 2023). L'analisi per settori di attività economica

(classificazione Ateco Istat 2007) ha documentato che i comparti maggiormente interessati dal fenomeno infortunistico durante lo svolgimento di lavoro in ore notturne sono quelli del settore manifatturiero, del trasporto e magazzinaggio e della sanità e assistenza sociale (16,7%).

Gli infortuni denunciati durante il lavoro notturno nel quinquennio 2018-2022 mostrano un andamento altalenante negli anni considerati dall'analisi, con un dato pressoché costante tra il 2018 e il 2019 e un calo importante negli anni 2020 e 2021, le cui motivazioni sono certamente legate alla pandemia, nonché una ulteriore ripresa nel 2022.

L'analisi infortunistica per singolo anno in ambito sanitario ha visto un incremento dei casi relativi all'anno 2020, di più dell'80% rispetto alla media del biennio 2018-2019 e anche nel 2022, sempre per una recrudescenza dei contagi professionali da SARS-CoV-2.

Il settore di attività economica della sanità e assistenza sociale ha presentato l'incremento maggiore anche rispetto a quanto rilevato dal precedente report (2010) nel quale la percentuale di infortuni durante l'orario notturno per il personale sanitario era poco più del 6%; una crescita quindi di 10 punti percentuali nel confronto col quinquennio 2018-2022.

L'analisi delle principali voci professionali coinvolte in infortuni notturni nel quinquennio in esame ha rilevato che il primato, in valore assoluto, riguarda il personale di assistenza con il 11,5% (infermieri con il 7,4% e operatori socio-sanitari con il 4,1%), a seguire quello degli operatori ecologici (4,1%) e delle guardie giurate (4%). Per le lavoratrici la professione infermieristica si conferma al primo posto in valore assoluto (18,9% dei casi denunciati nel quinquennio), mentre seguono al secondo e terzo posto rispettivamente le operatrici socio-sanitarie (12,1%) e le operatrici socio-assistenziali (3%).

L'Uoc di Medicina del lavoro grazie alle attività di promozione della salute ed in particolare di *disability management* ha registrato nel 2024 una percentuale totale di limitazioni/prescrizioni al giudizio di idoneità del 4%, ben al di sotto del dato di benchmark nazionale a disposizione. Nel rapporto Cergas-Bocconi (2017) il fenomeno delle inidoneità e dei giudizi di idoneità con limitazioni nel settore della sanità è pari al 22,6% negli Ircss e circa il 17% delle limitazioni riguarda il rischio lavoro a turni/lavoro notturno e reperibilità. Opgb registra un

-82% rispetto al dato nazionale/regionale e un -21% rispetto all'anno precedente sul totale delle limitazioni espresse.

I dati mondiali, europei e nazionali mostrano che gli incidenti stradali sono una causa sempre più importante di lesioni, disabilità e mortalità. Gli incidenti stradali lavoro-correlati rappresentano più del 40% di tutti gli infortuni mortali sul lavoro e le cause degli infortuni stradali legati al lavoro, nonché degli incidenti stradali nella popolazione generale sono le stesse: l'eccessiva sonnolenza diurna e la stanchezza/mancato recupero delle energie, solitamente causata da una qualità e/o quantità di sonno insufficiente e inadeguata, anche correlate allo svolgimento del lavoro notturno e a turni, sono considerate importanti fattori per l'incidentalità stradale, anche lavoro -correlata.

È ormai assodato che il lavoro a turni, soprattutto quello comprendente i turni notturni, costituisce un'oggettiva condizione di stress per l'organismo, con significative ripercussioni sulle condizioni di salute, in particolare per quanto riguarda l'assetto biologico, l'efficienza lavorativa e le condizioni personali e sociali dei lavoratori. Il lavoro notturno è stato identificato come *fattore concausale* in gravi disastri ambientali ed è chiamato in causa negli errori umani, anche quelli nella pratica medica e paramedica (in America rappresentano la terza causa di morte dopo le malattie cardiovascolari e le neoplasie). I dati in letteratura documentano nei lavoratori turnisti e notturni della sanità un aumento della sonnolenza, un maggior senso di stanchezza al termine del turno notturno e un conseguente peggioramento delle prestazioni; è stato inoltre documentato come una cattiva qualità del sonno sia associata ad una riduzione della vigilanza psico-motoria e come i lavoratori turnisti inquadrati in regime antiorario abbiano degli effetti peggiorativi in termini di sonnolenza, fatica e vigilanza rispetto ai lavoratori turnisti inquadrati con sistema orario (M-P-N). Oltre al disallineamento del ciclo circadiano, dovuto al turno notturno, spesso sono presenti nei lavoratori che svolgono attività di notte disturbi del sonno associati che peggiorano la presenza di eccessiva sonnolenza diurna. Tra questi, anche a causa di una non corretta alimentazione e della sindrome metabolica associata, è sicuramente da indicare la sindrome delle apnee notturne del sonno (Osa), patologia cronica, invalidante, multifattoriale, purtroppo ancora oggi sottodiagnosticata e sotto-curata. L'analisi di elementi di contesto condotta internamente all'Ospedale conferma che anche la popolazione lavorativa Opbg invecchia (età media negli ultimi tre anni pari a 47 anni) e che una quota di limitazioni al giudizio di idoneità riguarda il rischio specifico lavoro a turni/lavoro

notturmo (13,7%). Inoltre, la Uoc Medicina del lavoro ha condotto tra il 2020 e il 2023 un'indagine conoscitiva dei disturbi del sonno/recupero delle energie nella nostra popolazione lavorativa. I 1700 lavoratori coinvolti (circa il 55% del totale) sono stati arruolati in corso di sorveglianza sanitaria ed invitati a compilare un questionario autosomministrato. Il questionario utilizzato è stato il questionario *PIRI* (Psychological injury risk indicator), validato nella versione italiana, uno strumento utilizzato per identificare il potenziale deterioramento psicologico degli operatori sanitari attraverso un'autovalutazione del possibile cambiamento comportamentale (ed esperienziale) quale indicatore di un sottostante cambiamento neurofisiologico/di coping disadattativo. Quest'ultimo è da intendersi come risposta individuale ad eventi/fattori stressogeni in ambiente di lavoro in termini di disturbi del sonno, recupero energetico, sintomi del disturbo post-traumatico da stress e stanchezza cronica.

Il questionario consente, per motivi clinici e di ricerca, di estrapolare ed analizzare separatamente singole aree di comportamento e trattarle come delle *subscale*, per comprenderne meglio le criticità emerse. La subscale del sonno è costituita da 6 items (su un totale di 25) e fornisce informazioni sul sonno del lavoratore. Un sonno cronicamente e significativamente disturbato è un sonno che presenta una latenza significativamente aumentata, un risveglio mattutino precoce o una difficoltà di riaddormentamento, una stanchezza al risveglio e una sonnolenza diurna che inficia le comuni attività quotidiane, lavorative e non. Nella popolazione *Opbg* la media del punteggio totale del *PIRI* è risultata inferiore al *cut-off* (secondo le linee guida originali il *cut-off* è uguale o maggiore di 25) mentre l'analisi delle subscale oggetto di interesse ha evidenziato disturbi del sonno nel 46,5% dei lavoratori arruolati e un ridotto recupero energetico nel 48,5%. La popolazione a rischio per i disturbi del sonno presenta un'età media e un'anzianità lavorativa media superiori alla controparte non a rischio e dall'analisi delle associazioni trovate con le variabili raccolte è emerso che il genere femminile presenta un rischio 38 volte maggiore di disturbi del sonno rispetto alla controparte maschile; inoltre la categoria professionale che mostra maggiori problematiche di sonno è quella degli infermieri rispetto a tutti gli altri lavoratori e che i lavoratori notturni hanno un rischio otto volte maggiore di avere disturbi del sonno rispetto ai lavoratori diurni.

Alla luce delle analisi sopra esposte, attinenti al contesto esterno ed interno Opbg, risulta imprescindibile focalizzare l'attenzione sulla sorveglianza sanitaria, sulla promozione della salute e sul ruolo del medico competente quale figura manageriale globale nella tutela della salute del lavoratore, e in quanto tale investito di sempre maggiori competenze e responsabilità. L'Uoc di Medicina del lavoro Opbg ha sviluppato da anni un modello Pop (Parametrico-olistico-profittevole) secondo l'approccio Total worker health® che impiega la strategia di coniugare la normativa in materia di salute e sicurezza del lavoro con le attività di promozione della salute, disability management e benessere mentale. L'approccio "Parametrico", decretato dall'analisi di contesto e dal monitoraggio periodico di una serie di indicatori oggettivi (es. assenteismo, richieste di visita al medico competente, limitazioni al giudizio di idoneità, richieste di trasferimento all'Ufficio risorse umane) consente di avere una visione realistica dello stato di salute della popolazione lavorativa. Dall'analisi dei bisogni di salute dei lavoratori, è stato sviluppato un corpus "olistico" di iniziative di promozione della salute incentrate su interventi individuali (es. sportello di supporto psicologico) e collettivi (es. squadre di calcetto, corsi di yoga e mindfulness, corsi di empowerment professionale e di formazione sulle tecniche di de-escalation per fronteggiare eventi di aggressività), con la finalità di generare nei lavoratori un livello più elevato di consapevolezza, responsabilità e autonomia sul proprio stato di salute fisica e mentale. Entrambi questi aspetti chiave dell'albero Pop sono essenziali per la costituzione di un insieme di analisi econometriche utili a identificare il guadagno che la promozione della salute apporta all'organizzazione aziendale, rendendo "profittevole" l'operato del medico competente agli occhi del top management aziendale. Oltre all'efficacia clinica dimostrata sul singolo operatore sanitario, per esempio, sono stati introdotti indicatori quali il ritorno sull'investimento (Return on investment, Roi), la Break-even analysis (Bea) e il miglioramento delle performance professionali. L'igiene del sonno rappresenta una delle iniziative di promozione della salute rivolta agli operatori del settore della sanità introdotta negli ultimi anni nell'ospedale e che si aggiunge ad altrettante attività di promozione della salute per l'eliminazione di quei fattori che contribuiscono alla comparsa dei disturbi del sonno, come l'eccessiva sedentarietà (es. iniziative sportive aziendali, "Back school at work"), le abitudini alimentari errate (programmi di "Food education") e il fumo di sigaretta (corsi di stop smoking).

IL RUOLO CRUCIALE DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA

La sorveglianza sanitaria per il rischio lavoro a turni/notturno prevede, ai sensi del quadro normativo di riferimento, una visita preventiva e periodica, laddove la periodicità considerata sia almeno biennale. I dati in letteratura sono assolutamente chiari sull'esistenza di una differenza interindividuale nella tolleranza allo svolgimento del lavoro a turni/notturno: si descrivono fattori "fissi" legati strettamente al lavoratore (di tipo genetico, demografico, sonno-relati piuttosto che di tipo domestico) e fattori "variabili" legati invece al contesto lavorativo, strettamente dipendenti dall'orario di lavoro e dal contesto lavorativo specifico, che si riferiscono ai livelli di sonnolenza, vigilanza e affaticamento durante il turno di notte.

L'attività di sorveglianza sanitaria per la gestione di questo rischio lavorativo richiede un approccio personalizzato, che rivolga particolare attenzione ad alcune categorie di lavoratori potenzialmente più sensibili, come i lavoratori anziani e le donne. È stata ampiamente dimostrata la relazione esistente tra l'invecchiamento e gli effetti negativi legati allo svolgimento del lavoro a turni; la ricerca in termini di differenze di genere inoltre ha ampiamente dimostrato che il lavoro a turni incide sulle donne con effetti negativi sulla salute più importanti rispetto a quelli prodotti sui lavoratori di genere maschile.

Il medico competente riveste un ruolo cruciale avendo la possibilità, in corso di sorveglianza sanitaria, di tracciare un quadro iniziale della salute del lavoratore e di confrontarlo nelle valutazioni successive, identificando eventuali controindicazioni allo svolgimento del lavoro notturno e, se necessario, esprimendo un giudizio di idoneità con limitazioni/prescrizioni, nonché individuando dei disturbi suscettibili di aggravamento e, se necessario, modulando in ogni momento la periodicità della sorveglianza sanitaria (annuale o semestrale); il medico competente infine è in grado di intercettare eventuali segni e sintomi suggestivi di perturbazione dei ritmi circadiani sullo stato di salute del lavoratore, fungendo da "sentinella" per l'emersione anche del fenomeno Osa.

Gli strumenti della sorveglianza sanitaria finalizzati all'espressione del giudizio di idoneità per il rischio specifico sono rappresentati dalla raccolta dell'anamnesi

lavorativa, fisiologica e patologica remota/prossima, dalla visita medica, da esami ematochimici e/o strumentali a supporto nonché da eventuali consulenze specialistiche nel caso di dubbi diagnostici.

STRUMENTI INNOVATIVI A SOSTEGNO DEL MEDICO COMPETENTE

È tuttavia possibile avvalersi anche di strumenti innovativi di indagine per l'emersione di disturbi del sonno in generale e dell'Osa in particolare. A questo scopo l'Uoc di Medicina del lavoro Opbg si è avvalsa dell'utilizzo della web-app innovativa-interattiva Sleep@s-app, strumento sviluppato dal Dimeila in collaborazione con il Dipartimento di scienze odontostomatologiche e maxillo-facciali di Sapienza (Progetto Bric Inail 2018 ID 04 Sleep@SA), che consente all'utente la restituzione di un riscontro immediato informativo e di orientamento sul livello di rischio di Osa. Lo strumento clinico-anamnestico utilizzato per la web-app risulta costituito da item relativi a dati socio-anagrafici (genere, età, titolo di studio, anamnesi lavorativa e settore lavorativo di appartenenza), allo stato nutrizionale (peso, altezza, lmc, circonferenza collo, etc.) e guida-lavoro correlata, con conseguente incidentalità e infortunistica stradale. Il suo utilizzo consente, inoltre, di raccogliere informazioni sull'anamnesi sintomatologica notturna e diurna di interesse e informazioni anamnestiche su abitudine al fumo, anamnesi patologica remota, anamnesi farmacologica. La web-app, attraverso un uso combinato di tre questionari, il Questionario di Berlino, il Questionario Stop Bang finalizzato allo studio delle apnee notturne e la Scala di Epworth finalizzata allo studio dell'eccessiva sonnolenza diurna, con l'Indice di massa corporea (lmc) e la circonferenza collo, restituisce un feedback immediato di orientamento sul rischio Osa. Tale feedback viene comunicato e commentato con il lavoratore dal medico competente. Una prima analisi condotta sulle indagini, somministrate nel periodo ottobre 2024 - marzo 2025 su 186 operatori sanitari, ha fatto emergere dei risultati meritevoli di approfondimento e riflessione per il medico competente. Il campione è per il 52,2% di genere femminile, con un'età anagrafica media di 46,1 anni (DS: 11,9). Il lmc medio registrato è di 25,8 (DS: 5,2), in particolare il 26,9% dei lavoratori ha riportato un lmc classificato come pre-obesità e il 18,3% come obesità. Il 39,8% dei soggetti sottoposti ad indagine ha riferito un aumento di peso negli ultimi 5 anni (aumento medio: 7,1±4,5 Kg).

Igiene del sonno e promozione della salute occupazionale

Dei 186 operatori sanitari arruolati in questa prima fase, il 51,1% ha riferito di dormire meno di 7 ore a notte (media: $6,4 \pm 1,2$ ore). L'analisi dei 3 test, secondo la stratificazione della web-app, ha mostrato che il 34,9% del campione presenta una sonnolenza diurna media/anomala (Scala di Epworth), il 17,7% presenta un alto rischio di Osa (Questionario di Berlino) e il 24,2% è stato classificato a rischio medio-alto per Osa (Questionario Stop Bang).

Dall'analisi dei primi dati emerge che:

- quasi il 60% del campione è stato classificato come pre-obeso e obeso secondo la classificazione dell'Organizzazione mondiale della sanità (Oms);
- oltre il 50% dichiara una durata del sonno inferiore a quella raccomandata dalle linee guida internazionali della National sleep foundation;
- il 35% circa riferisce una eccessiva sonnolenza diurna;
- circa ¼ dei soggetti presenta un rischio medio-alto di Osa.

RILEVAZIONE INFORTUNISTICA E FORMAZIONE SPECIFICA SULL'IGIENE DEL SONNO: L'ESPERIENZA DELL'OSPEDALE PEDIATRICO BAMBINO GESÙ

Dal 2023 l'Uoc Medicina del lavoro Opbg ha avviato una formazione specifica rivolta a tutti i lavoratori dell'Ospedale, dai contenuti conformi ai requisiti dettati dall'articolo 37 del decreto legislativo 81 del 2008 e ss.mm.ii. e dall'Accordo Stato-Regioni del 21 dicembre 2011, e dal titolo "Total worker health e sleep-deprivation: l'importanza dell'igiene del sonno e della prevenzione dell'Osa" con la finalità di accrescere la consapevolezza nella popolazione lavorativa turnista dell'importanza del sonno e della sua qualità, degli effetti della privazione del sonno sulla salute e sulla sicurezza (incidentalità stradale) e del ruolo del medico competente nella tutela della salute dei lavoratori turnisti/notturni afferenti al settore sanitario.

Infine, l'Uoc Medicina del lavoro Opbg, nell'ambito del progetto Bric Inail 2022 "Osh-Ro@D: un incrocio tra salute, sicurezza, lavoro e innovazione" ha condotto un'analisi retrospettiva del fenomeno infortunistico nella popolazione lavorativa dell'Ospedale, con la finalità di migliorare le conoscenze sull'incidentalità stradale, anche lavoro-correlata.

I dati preliminari dell'analisi effettuata del fenomeno infortunistico hanno riguardato tutti gli infortuni occorsi alla popolazione lavorativa nel periodo considerato, dall'anno 2018 all'anno 2024 compreso, con esclusione degli infortuni da Sar-Cov2 (fattore di confondimento e/o bias nell'interpretazione della quota di infortuni a rischio biologico registrati).

Per ciascun evento infortunistico sono state raccolte 16 variabili: di tipo anagrafico, antropometrico, occupazionale (mansione, lavoro notturno, unità operativa e dipartimento di appartenenza, anzianità lavorativa) ed ulteriori variabili connesse all'infortunio stesso (ora, turno lavorativo, il giorno della settimana, il mese). È stata quindi effettuata una classificazione per tipologia di infortunio (in itinere, a rischio biologico e di tipo traumatico) e una stratificazione temporale che tenesse conto del periodo pandemico intercorrente (fase pre-pandemica e post-pandemica). Inoltre, per facilitare un confronto con la reportistica dei dati nazionali (documento del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti in merito alla "produzione di statistiche sull'incidentalità nei trasporti stradali", Capitolo I: "Infortuni sul lavoro "con mezzo di trasporto coinvolto" denunciati all'Inail - Il quadro statistico del 2022 " e Capitolo II "Città metropolitane: analisi degli indici di infortunio sul lavoro "con mezzo di trasporto coinvolto", riferiti ai nodi della rete stradale" elaborati da Direzione centrale consulenza statistico attuariale dell' Inail) si è classificata l'ora di accadimento dell'infortunio per fascia oraria, e sono state raccolte ulteriori variabili (sede di lesione, arti superiori, inferiori, colonna vertebrale o lesioni multiple, eventuali elementi soggettivi determinanti o concausa dell'evento infortunistico, etc.).

Nei sette anni presi in esame si sono registrati nella popolazione lavorativa Opbg un numero totale di 698 infortuni: il 76% ha interessato lavoratrici di genere femminile, con un'età media di 46 anni e un'anzianità lavorativa media di 17 anni; gli infortuni si sono registrati prevalentemente tra il personale infermieristico, a seguire quello medico ed infine presso il personale tecnico; il 45% degli infortuni ha coinvolto personale sanitario svolgente lavoro notturno. I lavoratori infortunati sono stati circa 470, in quanto per 108 lavoratori si sono registrati due o più infortuni (fino ad un massimo di 5 infortuni) nell'arco dei sette anni. È emerso che il 42% del totale degli infortuni è avvenuto durante il periodo pandemico, in prevalenza infortuni in itinere, mentre nella fase pre-pandemica sono stati per lo più registrati infortuni a rischio biologico, pari al 46%. Il giorno della settimana e il mese dell'anno maggiormente interessati dal fenomeno infortunistico è stato il lunedì ed il mese di settembre. In merito alla

distribuzione per turno lavorativo, il 64% degli infortuni è avvenuto durante il turno lavorativo, quindi il lavoratore si è infortunato durante lo svolgimento delle proprie attività lavorative; il 56% degli infortuni registrati durante il turno lavorativo sono stati di tipo biologico, mentre il 96% degli infortuni che si sono registrati prima e dopo il turno, sono stati infortuni in itinere (tragitto casa-lavoro/lavoro-casa). Su un totale di 251 infortuni in itinere, il 20% è occorso con mezzo di trasporto proprio (automezzo o motomezzo) e le lesioni riportate sono state prevalentemente a carico degli arti inferiori e della testa. Un elemento rilevante emerso è quello della distribuzione per dipartimento. All'interno dell'organizzazione aziendale del nostro ospedale sono presenti 10 dipartimenti. Il 48% degli infortuni ha coinvolto lavoratori afferenti solo a 2 dipartimenti, il Dipartimento di emergenza e accettazione (Dea) e il Dipartimento di chirurgia e anestesia (Dca): è tuttora in corso un focus di analisi su questi 2 dipartimenti. Per la finalità di conoscere i fattori connessi agli infortuni su strada, oltre alla raccolta di tutte le variabili descritte precedentemente, in collaborazione con le altre funzioni dell'Opbg, saranno acquisiti ulteriori dati di approfondimento, quali l'orario di lavoro dei lavoratori infortunati, le ore di straordinario effettuate e il numero di turni notturni mensili svolti dal lavoratore nei sei mesi antecedenti la data dell'infortunio.

I dati preliminari del fenomeno infortunistico occorso nella popolazione lavorativa richiedono ulteriori analisi e approfondimento allo scopo di migliorare le conoscenze sull'incidentalità stradale nell'ambito del progetto Bric Inail 2022 "Osh-Ro@d: un incrocio tra salute, sicurezza, lavoro e innovazione"; tuttavia la possibilità di condividerli ha rappresentato un'occasione di discussione interattiva e multidisciplinare, finalizzata anche allo sviluppo di nuove prospettive di ricerca nell'ambito della promozione della salute nei luoghi di lavoro, della prevenzione dell'Osa e dell'igiene del sonno.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. CERGAS Bocconi – Centro di Ricerche sulla Gestione dell'Assistenza Sanitaria e Sociale. (s.d.). *Le inidoneità e le limitazioni lavorative del personale SSN: Dimensioni del fenomeno e proposte.*

<https://cergas.unibocconi.eu/sites/default/files/files/INIDONEITA%27.pdf>

2. Di Prinzio, R. R., Bondanini, G., De Falco, F., Di Prinzio, R. R., Vinci, M. R., Camisa, V., Santoro, A., Arnesano, G., Dalmasso, G., Raponi, M., Di Brino, E., Cicchetti, A., Magnavita, N., & Zaffina, S. (2023). Feasibility of a stop smoking program for healthcare workers in an Italian hospital: Econometric analysis in a Total Worker Health® approach. *Annals of Global Health*, 89. <https://doi.org/10.5334/aogh.4153>
3. Di Prinzio, R. R., Dosi, A., Arnesano, G., Vacca, M. E., Melcore, G., Maimone, M., Vinci, M. R., Camisa, V., Santoro, A., De Falco, F., De Maio, F., Dalmasso, G., Di Brino, E., Pieri, V., & Zaffina, S. (2025). Effectiveness of a food education program for healthcare workers: A pilot study in a Total Worker Health© approach. *Frontiers in Public Health*, 13, 1523131. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1523131>
4. Martini, A., Pietrafesa, E., Luzzi, V., Guaragna, M., & Polimeni, A. (2022). *La sindrome delle apnee notturne*. Aracne Editrice.
5. Santoro, A., Di Prinzio, R. R., Dalmasso, G., Camisa, V., Vinci, M. R., Dosi, A., Vacca, M. E., Maimone, M., & Zaffina, S. (2024). Disturbi del sonno in una popolazione di operatori sanitari: Sleep health promotion secondo un approccio Total Worker Health®. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 66, e74.
6. Serra, A., Dalmasso, G., Di Prinzio, R. R., Santoro, A., Vinci, M. R., Camisa, V., Melcore, G., Vacca, M. E., & Zaffina, S. (2024). Protocolli di sorveglianza sanitaria nel settore sanitario: Lavoro notturno. *GIMLE*, 46, 52.
7. Simonini, S., Bonfiglioli, R., Borleri, D. C., Carrer, P., Corrao, R., Guglielmi, G., Mirisola, C., Pagliaro, G., Ramistella, E., Scapellato, M. L., Serra, A., & Zaffina, S. (2024). *Protocolli di sorveglianza sanitaria nel settore sanità: Documento di orientamento professionale per il medico competente*. Commissione Permanente Formazione, Aggiornamento e Linee Guida, Società Italiana di Medicina del Lavoro.

IDONEITÀ ALLA GUIDA E SORVEGLIANZA SANITARIA: UN MODELLO INTEGRATO MEDICO-LEGALE E OCCUPAZIONALE

Pietro Ferraro¹, Giovanna Spaltro², Giuseppe Saffioti³

¹S.O. Medicina del lavoro e tutela ambientale, Direzione Sanità, Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

²S.O. Medicina Legale, Direzione Sanità, Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

³Direzione Sanità, Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

ABSTRACT

La sindrome delle apnee ostruttive del sonno (Osa) rappresenta una delle principali criticità sanitarie e di sicurezza nei settori ad elevato rischio di incidentalità stradale, in particolare nel settore trasporti e logistica. Si tratta di una patologia ad alta prevalenza, spesso sotto-diagnosticata, associata a rilevanti implicazioni cliniche, sociali e medico-legali. La sua rilevanza assume un carattere ancora più significativo se si considera l'impatto dell'Osa sulla capacità e idoneità alla guida e, sull'idoneità lavorativa, in particolare in mansioni che prevedono la conduzione di mezzi-veicoli o la gestione di sistemi complessi di trasporto. Nel contesto attuale, la valutazione dell'idoneità non può più essere considerata un atto isolato o meramente certificativo, ma deve essere collocata in un processo più ampio di sorveglianza sanitaria integrata, volto a coniugare la tutela della salute e della sicurezza del lavoro, la sicurezza della collettività e la responsabilità organizzativa aziendale. In tale quadro, la valutazione dell'idoneità alla guida e alla mansione specifica deve essere letta come parte di un percorso integrato di prevenzione, che coinvolge differenti livelli valutativi e competenze professionali. In questa prospettiva si

colloca il presente contributo, che propone un inquadramento integrato degli aspetti medico-legali e occupazionali connessi alla valutazione dell'idoneità alla guida e alla mansione nei lavoratori del settore dei trasporti, assumendo l'Osa quale paradigma di rischio complesso e multifattoriale.

Keywords: *Osa, idoneità alla guida, sicurezza stradale, sorveglianza sanitaria, modello integrato.*

OSA E LA SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE: IL QUADRO MEDICO-LEGALE

L'Osa è riconosciuta come uno dei principali fattori di rischio indipendenti di incidentalità stradale e infortunistica lavorativa, a causa dell'alterazione dell'architettura del sonno e della conseguente associazione con l'eccessiva sonnolenza diurna, riduzione della vigilanza, rallentamento dei tempi di reazione e compromissione delle funzioni cognitive superiori.

Numerosi studi hanno mostrato che i soggetti affetti da apnea ostruttiva del sonno (Osa) non trattata presentano un rischio di incidentalità significativamente superiore rispetto alla popolazione generale. Uno studio condotto da Udholm et al. (2022) ha evidenziato che i conducenti affetti da Osa non trattata avevano un tasso di incidenti stradali significativamente elevato, con una probabilità di incidenti tripla rispetto ai controlli senza Osa. Questo studio ha utilizzato dati su oltre 1.500 conducenti, dimostrando che l'Osa aumenta il rischio di incidenti sia per la sonnolenza diurna che per le anomalie cognitive associate a tale condizione patologica.

Un altro studio condotto da Chuang et al. (2021) ha analizzato una coorte nazionale e ha mostrato che i pazienti con Osa presentavano un'incidenza di infortuni complessivi di 2.590 per 100.000 anni-persona, rispetto ai 2.278 per 100.000 anni-persona riportati dai controlli non affetti dalla sindrome. Questo studio ha sottolineato l'importanza di una diagnosi precoce e di un trattamento efficace per ridurre il rischio di incidenti associati all'Osa. In aggiunta, uno studio di Ancoli-Israel et al. (2020) ha identificato che i lavoratori notturni con Osa presentavano un rischio maggiore di incidenti sul lavoro, evidenziando che il 40% degli infortuni sul lavoro tra questi individui era attribuibile all'eccessiva sonnolenza correlata all'Osa.

Il quadro normativo di riferimento è costituito dalla direttiva 2006/126/CE, modificata dalla direttiva 2014/85/UE, che stabilisce le norme comuni per la patente di guida nell'Unione europea. Queste direttive sono state recepite nell'ordinamento italiano attraverso il decreto legislativo n. 59 del 2011. Le disposizioni contenute in queste normative introducono criteri specifici per la valutazione dell'idoneità alla guida nei soggetti affetti da Osa, enfatizzando non solo la diagnosi della patologia ma, soprattutto, la sua gravità e l'efficacia del trattamento ricevuto. Il principio cardine della normativa è la compatibilità tra lo stato di salute e la sicurezza della circolazione. Ciò significa che la presenza di Osa non implica automaticamente una condizione di non idoneità alla guida. Al contrario, richiede una valutazione attenta e personalizzata, che tenga conto di vari fattori clinici, funzionali e comportamentali.

La valutazione medico-legale deve considerare, ad esempio, la gravità dei sintomi riferiti dal paziente (sonnolenza diurna e affaticamento possono influire significativamente sulla capacità di guidare in sicurezza) e il grado di sonnolenza diurna, utilizzando strumenti di valutazione standardizzati, (es. Scala di Epworth), indicatore cruciale per la capacità di mantenere la vigilanza durante la guida. È essenziale, inoltre, valutare se il soggetto segue correttamente le indicazioni terapeutiche, (la scarsa aderenza al trattamento può aumentare il rischio di incidenti stradali) e includere test funzionali per misurare la capacità di mantenere attenzione e vigilanza, essenziali per la sicurezza stradale. Il risultato di questa valutazione deve essere un approccio individualizzato e dinamico, basato sulla documentazione clinica e funzionale disponibile. Ogni caso deve essere esaminato in modo unico, considerando non solo le caratteristiche della patologia ma anche il contesto personale del soggetto. In definitiva, la normativa sulla valutazione dell'idoneità alla guida per i soggetti affetti da Osa riflette un equilibrio tra la necessità di garantire la sicurezza stradale e il diritto del singolo a poter guidare, a condizione che le proprie condizioni di salute siano gestite in modo adeguato.

I LIVELLI DI VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ ALLA GUIDA

La valutazione dell'idoneità alla guida si articola su più livelli, in relazione alla complessità del sistema di tutela della sicurezza stradale. Un primo livello è rappresentato dal giudizio monocratico, affidato al medico certificatore di cui all'articolo 119 del Nuovo codice della strada, che svolge un ruolo fondamentale nella fase di intercettazione del rischio. Un secondo livello è costituito dalle Commissioni medico legali (Cml) istituite presso le Asl, chiamate a valutare i casi più complessi o le patenti speciali. Esiste infine un terzo livello in fase amministrativa stragiudiziale affidato alle strutture sanitarie periferiche della Direzione sanità di Rete ferroviaria italiana Gruppo Ferrovie dello Stato italiane e consistente nella cosiddetta visita in autotutela per le patenti terrestri e nel ricorso gerarchico al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti per le patenti nautiche, ove il cittadino non intenda procedere con ricorso al Tribunale amministrativo regionale entro 60 giorni dal giudizio della Cml non condiviso, ovvero con ricorso al presidente della repubblica entro 120 giorni dallo stesso. In tutti i livelli valutativi, la presenza di Osa richiede un approccio prudenziale, individualizzato e non discriminatorio. La valutazione dell'idoneità deve essere dinamica e periodicamente rivalutata sulla base di elementi clinici e funzionali documentati. Essa può avvalersi di strumenti di screening validati, quali questionari standardizzati (come ad esempio Epworth sleepiness scale, Berlin Questionnaire o Stop-Bang), nonché di test di vigilanza e di strumenti psicodiagnostici mirati alla valutazione dell'attenzione sostenuta e della prontezza di risposta. Quando indicato, l'inquadramento deve essere completato da accertamenti strumentali di secondo livello e dal monitoraggio dell'aderenza terapeutica, con particolare riferimento al controllo della sonnolenza diurna e alla stabilità del quadro clinico.

DALLA IDONEITÀ ALLA GUIDA ALLA IDONEITÀ AL RISCHIO GUIDA: L'OSA COME RISCHIO OCCUPAZIONALE

La guida costituisce un compito complesso ed intrinsecamente a rischio, stante la multifattorialità del compito, dal momento che vari fattori possono modificare la prontezza dei riflessi, i tempi di reazione e/o l'abilità alla prestazione lavorativa. Occorre, inoltre, considerare il pericolo insito nelle possibili ricadute

di comportamenti non perfettamente coerenti e sincronizzati alle richieste del compito, dovuti all'individuo stesso che li compie, con impatti sulla incolumità propria e dei soggetti eventualmente coinvolti. L'idoneità, dal latino *idoneitas*, è definita come possesso dei requisiti necessari o richiesti per una determinata attività. Nel campo della medicina del lavoro, questo concetto viene espresso in particolare nel decreto legislativo 81 del 2008 e ss.mm.ii. ai commi 5, 6 bis e 7 dell'articolo 41 unica previsione normativa esplicita della sua formulazione.

Nel campo della medicina occupazionale, il medico competente deve conoscere in dettaglio le caratteristiche del lavoratore, dell'attività lavorativa e dell'ambiente di lavoro, in modo da associare tali elementi a rischi correlati, oltre che all'ambiente di lavoro ed alle lavorazioni, nonché a comportamenti, stili di vita, assunzione di alcol, droghe, farmaci, allo stress, a disturbi del sonno, fatica e a deficit funzionali conseguenti a eventuali patologie che possono rappresentare una concausa rilevante nell'incidentalità. Secondo quanto espresso dal Codice etico dell'International Commission on occupational health (IcoH, 2016) *"La valutazione dell'idoneità ad un lavoro specifico, ove richiesta, deve basarsi su una buona conoscenza della mansione e del posto di lavoro e sulla valutazione dello stato di salute del lavoratore. I lavoratori, quindi, devono essere informati a proposito della loro facoltà di fare ricorso contro quelle disposizioni circa la loro idoneità al lavoro che essi ritengono contrarie al loro interesse. A questo riguardo deve essere stabilito un procedimento di appello"*. Il giudizio di idoneità deve tutelare i valori costituzionali del diritto alla salute e alla sicurezza del lavoratore, oltre che al diritto al lavoro, e si riferisce all'idoneità alla mansione specifica del lavoratore rispetto ad esposizioni professionali continue di entità nota. Sebbene l'impatto dell'Osa sulla sicurezza della guida sia ormai ampiamente riconosciuto, più complessa risulta la sua integrazione nella valutazione dell'idoneità al lavoro, in particolare nel settore dell'autotrasporto e nei contesti lavorativi in cui la guida rappresenta una parte significativa della mansione. Come evidenziato, l'attuale assetto normativo in ambito di sicurezza sul lavoro presenta una criticità sostanziale: il decreto legislativo 81 del 2008 e ss.mm.ii. non considera esplicitamente la guida come rischio specifico in molti settori produttivi. Ne deriva una situazione peculiare per cui lavoratori che trascorrono numerose ore alla guida possono non essere inclusi in protocolli di sorveglianza sanitaria mirata, mentre sono previste tutele specifiche per rischi

talvolta potenzialmente meno impattanti in termini di gravità delle conseguenze per la salute e la sicurezza correlate. Questo vulnus normativo rende centrale il ruolo del medico competente, chiamato a esercitare una funzione di mediazione tecnico-scientifica tra evidenze cliniche, organizzazione del lavoro e responsabilità del datore di lavoro. In tale prospettiva, l'Osa deve essere considerata un rischio emergente, da valutare non solo in relazione al possesso dei requisiti psicofisici necessari per il conseguimento/conferma di validità della patente di guida, ma soprattutto rispetto alla idoneità alla mansione complessiva svolta dal lavoratore.

LA MANSIONE NELLA SUA GLOBALITÀ

Un elemento qualificante dell'approccio proposto dalla normativa è il superamento della visione del lavoratore soltanto come "soggetto esposto a rischi" a favore di una lettura centrata sulla mansione, intesa come insieme strutturato di compiti, task e sub-task. In questo contesto, il rischio connesso con la guida non è un evento accessorio, ma costituisce una rilevante componente funzionale della prestazione lavorativa. Valutare compiutamente l'idoneità significa quindi analizzare, ad esempio:

- le capacità visive e uditive;
- le funzioni cognitive e psicomotorie;
- la presenza di patologie neurologiche, metaboliche o respiratorie;
- l'organizzazione dei turni e dei tempi di lavoro;
- l'esposizione a fattori aggravanti quali stress, lavoro notturno o turnazione irregolare.

L'analisi della mansione nella sua globalità consente di contestualizzare il rischio Osa non come elemento isolato, ma come fattore che interagisce con variabili organizzative, ambientali e individuali. In tale quadro, l'Osa si configura come un fattore trasversale in grado di amplificare il rischio in presenza di ulteriori determinanti organizzativi e condizioni operative. Quanto sopra presuppone che siano stati compiutamente valutati e pienamente accertati sul piano medico-legale i requisiti psicofisici necessari per il possesso della patente di guida, intesa come licenza di condurre nel rispetto delle vigenti disposizioni di

legge per la tipologia specifica di veicolo a motore utilizzato nell'espletamento dei compiti lavorativi affidati. Ciò risulta particolarmente rilevante quando nel campo della guida professionale nell'ambito del trasporto pubblico, al possesso dei requisiti psicofisici previsti per la titolarità della patente di guida necessaria per la conduzione dei mezzi affidati, si aggiunge la preliminare imprescindibile esigenza di accertamento medico-legale dei requisiti previsti dalla specifica normativa di settore. Ad esempio, nel comparto stradale, ciò afferisce al decreto ministeriale n. 88 del 1999, che stabilisce il regolamento recante norme concernenti l'accertamento e il controllo dell'idoneità fisica e psicoattitudinale del personale addetto ai pubblici servizi di trasporto, ai sensi dell'articolo 9, commi 3 e 4, del decreto del presidente della repubblica n. 753 dell'11 luglio 1980. Questo aspetto di compliance normativa di carattere più generale inserisce nella complessità intrinseca dell'iter valutativo dell'idoneità il peculiare percorso che porta dall'accertamento medico-legale della idoneità alla patente di guida secondo il nuovo codice della strada, nonché a quello dell'idoneità al profilo professionale del trasporto pubblico, ai sensi del decreto ministeriale n. 88 del 1999, di competenza prioritaria dei medici di ruolo della Direzione sanità (Rete Ferroviaria Italiana), che sono esclusivi per le visite di appello. La finalità è quella di giungere, a valle dei precedenti step valutativi, non altrimenti fungibili in difformità alla normativa vigente, all'idoneità alla mansione specifica a cura del medico competente, ai sensi del decreto legislativo 81 del 2008 e ss.mm.ii. Questo solo per esaminare la fattispecie del trasporto stradale, senza entrare in quella di altri sistemi complessi come quello ferroviario, nel quale vigono specifiche ulteriori disposizioni normative e competenze certificatorie assegnate ai professionisti sanitari abilitati e qualificati ai sensi della regolamentazione.

SCREENING, PREVENZIONE E SORVEGLIANZA SANITARIA

L'esperienza maturata nel settore dei trasporti e nella tutela della salute e sicurezza dei lavoratori dimostra l'efficacia degli screening di primo livello nell'individuare precocemente i lavoratori a rischio. L'implementazione sistematica di strumenti standardizzati consente di intercettare forme paucisintomatiche di Osa, riducendo il rischio di eventi acuti e migliorando la prognosi

a lungo termine. Tuttavia, è importante sottolineare che lo screening non può essere considerato un atto isolato. Esso deve integrarsi in un percorso strutturato che preveda:

- l'accesso rapido agli accertamenti di secondo livello;
- l'integrazione tra la Medicina del lavoro e la Medicina del sonno;
- il monitoraggio della compliance terapeutica;
- il counseling e informazione/formazione del lavoratore;
- una comunicazione chiara e responsabile degli esiti ai fini dell'idoneità.

Tale percorso consente di realizzare un modello di sorveglianza sanitaria proattivo e multidisciplinare, orientato alla prevenzione degli eventi avversi e alla continuità lavorativa in sicurezza. In questa prospettiva, la sorveglianza sanitaria finalizzata all'idoneità alla mansione specifica si configura non solo come strumento di prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali, ma anche come un importante strumento di promozione della salute e del benessere lavorativo. La gestione dell'Osa nei lavoratori del comparto dei trasporti solleva ancora rilevanti questioni etiche. La sotto-diagnosi, a fronte di una prevalenza elevata, pone importanti interrogativi sul bilanciamento tra tutela del diritto al lavoro, tutela della salute individuale del lavoratore e sicurezza della collettività. Il medico competente, per alcuni aspetti in posizione analoga a quella del medico certificatore dell'idoneità medico-legale e in rapporto ad essa complementare e conseguente, è chiamato ad operare scelte complesse che richiedono competenza tecnica, aggiornamento continuo e capacità di dialogo con tutti gli attori coinvolti, nonché una specifica assunzione di responsabilità anche in ottica di sicurezza di terzi. La finalità ultima non è l'esclusione del lavoratore, bensì la sua tutela, attraverso percorsi personalizzati di valutazione e trattamento che consentano di armonizzare le condizioni di salute con lo svolgimento in sicurezza del compito lavorativo.

CONCLUSIONI

L'Osa rappresenta un paradigma di rischio che richiede modelli valutativi integrati, capaci di coniugare tutela della salute, sicurezza operativa e responsabilità professionale. In tale prospettiva, l'integrazione tra la valutazione

medico-legale dell'idoneità alla guida e quella lavorativa relativa alla mansione specifica nel settore dei trasporti è oggi una necessità imprescindibile, pur nelle sue specifiche declinazioni e complessità. Per la sua diffusione e per l'impatto sulla vigilanza e sulla sicurezza, l'Osa costituisce un esempio emblematico di rischio complesso, multidimensionale e multifattoriale, che non può essere affrontato con strumenti approssimativi o frammentari. Al contrario, richiede un solido approccio evidence-based, l'impiego di strumenti validati e particolare attenzione epidemiologica finalizzata alla formulazione del sospetto diagnostico e all'emersione del fenomeno, anche attraverso l'analisi complessiva dei risultati emergenti dalla sorveglianza sanitaria dei lavoratori. Tale ambito si colloca nel perimetro di quella che oggi si configura come medicina dei trasporti, nelle sue declinazioni medico-legale e medico-occupazionale.

La recente letteratura scientifica e l'evoluzione delle disposizioni normative in materia di tutela della salute e sicurezza sul lavoro, che richiamano l'obbligo di valutare tutti i rischi, compresi quelli non espressamente normati, sottolineano la necessità di considerare quanto segue: il riconoscimento del rischio guida come rischio professionale; la centralità della mansione nella sua interezza ai fini della valutazione dell'idoneità, in tutte le sue implicazioni, anche preliminari e propedeutiche, di natura medico-legale; l'importanza di una sorveglianza sanitaria evidence-based, proattiva e multidisciplinare, nonché la necessità di una collaborazione strutturata tra medicina del lavoro e altre discipline specialistiche, quali la medicina del sonno, insieme a stakeholder e Istituzioni. Solo attraverso un approccio integrato, multidimensionale e multidisciplinare è possibile garantire, in modo equilibrato e sostenibile, la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori e, al contempo, la sicurezza della collettività.

In un contesto di popolazione lavorativa che invecchia, con conseguente aumento della diffusione delle malattie croniche, e di lavoro in continua evoluzione, la formulazione del sospetto diagnostico e la diagnosi precoce diventano cruciali. Nei futuri scenari di salute pubblica e occupazionale, inclusa la digital health, sarà sempre più evidente l'importanza di integrare strumenti di sospetto diagnostico di facile utilizzo, come applicazioni per lo screening del rischio di apnee ostruttive del sonno, e dispositivi portatili e wearable, caratterizzati da buona predittività e semplicità di impiego. Questi strumenti possono lavorare in sinergia con sistemi di telemedicina, sia per il

telemonitoraggio e il teleconsulto, sia per le televisite e la telerefertazione. In prospettiva, una auspicata integrazione tra medicina del lavoro e fascicolo sanitario elettronico, insieme a programmi strutturati di promozione della salute orientati alla prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili, potrà facilitare il miglioramento degli stili di vita, dell'aderenza terapeutica e degli esiti di salute nei lavoratori esposti al rischio guida. Tali interventi potrebbero riflettersi positivamente in termini di riduzione delle assenze, miglioramento del benessere organizzativo e incremento della produttività, anche attraverso indicatori di ritorno sull'investimento in prevenzione (Return on investment – Roi; Return on prevention – Rop). Questo conferma come la prevenzione non debba essere vista come un costo, ma come un investimento strategico in salute, sicurezza e sostenibilità organizzativa.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Ancoli-Israel, S., Armitage, R., & Moore, M. (2020). The impact of obstructive sleep apnea on workplace safety: A review of the literature. *Journal of Occupational Health*, 62(1), e12102. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12102>
2. Chuang, Y. C., Chuang, Y. C., & Lin, H. C. (2021). Effect of obstructive sleep apnea on the risk of injuries—A nationwide population-based cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13416. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413416>
3. Costa, G., & De Benedetto, M. (2017). La sindrome delle apnee ostruttive: Medicina del lavoro (e non solo) di fronte al problema. *Medicina del Lavoro*, 108(4), 247–250.
4. Cristaudo, G., Saffioti, G., Baracco, A., Ceccarelli, G., Cosentino, F., Ferraro, P., Fiorini, A., Foddis, R., Garbarino, S., Godono, A., Murgia, N., Peretti, A., Riva, M., Salis, S., & Venturini, E. (2024). Salute e sicurezza nel settore dei trasporti: Documento di orientamento professionale per il medico del lavoro. Società Italiana di Medicina del Lavoro – SIML.
5. ICOH. (2016). Il codice internazionale di etica per gli operatori di medicina del lavoro. <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-codice-internazionale-operatori-medicina-lavoro.pdf>
6. Luzzi, V., Mazur, M., Guaragna, M., Di Carlo, G., Cotticelli, L., Magliulo, G., Marasca, B., Pirro, V., Di Giorgio, G., Ndokaj, A., et al. (2022). Correlations of

- obstructive sleep apnea syndrome and daytime sleepiness with the risk of car accidents in adult working population: A systematic review and meta-analysis with a gender-based approach. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 3971. <https://doi.org/10.3390/jcm11143971>
7. Ng, S. S., Tam, W., Chan, T. O., To, K. W., Ngai, J., Chan, K. K. P., Yip, W. H., Lo, R. L., Yiu, K., Ko, F. W., & Hui, D. S. (2019). Use of Berlin Questionnaire in comparison to polysomnography and home sleep study in patients with obstructive sleep apnea. *Respiratory Research*, 20(1), 40.
 8. Russo, S., Martini, A., Luzzi, V., et al. (2025). Exploring the complexity of obstructive sleep apnea: Findings from machine learning on diagnosis and predictive capacity of individual factors. *Sleep and Breathing*, 29, 49. <https://doi.org/10.1007/s11325-024-03191-1>
 9. Udholm, L., Linde, J. J., Tønnesen, H., & Sørensen, H. (2022). Obstructive sleep apnea and road traffic accidents. *Sleep Medicine*, 96, 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.11.049>

Riferimenti normativi

- Nuovo codice della strada – decreto legislativo n. 285 del 30 aprile 1992.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 495 del 16 dicembre 1992.
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada
- Regolamento di esecuzione e di attuazione – decreto del presidente della repubblica n. 495 del 1992.
- Legge n. 120 del 29 luglio 2010.
- Decreto legislativo n. 59 del 18 aprile 2011. Recepimento della direttiva 2006/196/CE e della direttiva 2009/113/CE.
- Decreto legislativo 22 dicembre 2015. Recepimento della direttiva 2014/85/CE.
- Decreto ministero dei trasporti n. 88 del 23 febbraio 1999. Idoneità fisica e psicoattitudinale del personale addetto ai pubblici servizi di trasporto
- Decreto del presidente della repubblica n. 139 del 10 luglio 2017. Modifica dell'appendice II al titolo IV, articolo 320 del decreto del presidente della repubblica n. 495 del 16 dicembre 1992.

- Decreto del ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 26 gennaio 2018. Recepimento della Direttiva 2016/1106/CE.

BREVI BIOGRAFIE DEGLI AUTORI

Lucia Bramante è Dirigente Medico Inail, lavora presso la Sovrintendenza sanitaria centrale, settore prestazioni sanitarie, curative, riabilitative e protesiche. Laureata in Medicina e Chirurgia presso "La Sapienza" di Roma, ha conseguito la specializzazione in Neurologia presso la stessa Università e in Medicina del lavoro presso l'università di Tor Vergata. È referente per le attività di monitoraggio e indirizzo alle unità territoriali Inail in materia di prestazioni di reinserimento sociale, familiare e lavorativo; in staff al Sovrintendente sanitario centrale per compiti riconducibili a competenze tecniche trasversali. Ha una consolidata esperienza nella sorveglianza sanitaria in qualità di medico competente per la pubblica amministrazione. Svolge attività di formazione e docenza in ambito universitario e formazione Ecm su temi istituzionali dal 2010. Relatrice in numerosi convegni nazionali.

Pietro Ferraro è Responsabile della Struttura organizzativa centrale medicina del lavoro e tutela ambientale della Direzione Sanità di RFI S.p.A., Gruppo FS Italiane. È laureato in Medicina e Chirurgia, specializzato in Medicina del lavoro presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma, e abilitato presso il Ministero del lavoro e delle politiche sociali a svolgere l'attività di Medico Autorizzato. Esperto in Medicina dei trasporti certificato Accredia, ha conseguito il Master di secondo livello interfacoltà Sapienza-Inail in Gestione integrata di salute e sicurezza nell'evoluzione del mondo del lavoro ed il Dottorato in Malattie infettive, microbiologia e sanità pubblica presso l'Università La Sapienza di Roma. È componente del Direttivo nazionale della Società italiana di medicina del lavoro e Coordinatore della Commissione permanente sull'attività professionale dei medici competenti. Moderatore e relatore in convegni nazionali ed internazionali, è autore di numerose pubblicazioni scientifiche.

Sergio Garbarino è specialista in Neurologia, neurofisiopatologia e medicina del Lavoro. Ha conseguito il Dottorato di ricerca in Neuroscienze e in Neurofisiopatologia, psicodinamica, scienze comportamentali e motorie. È docente presso il Dipartimento di Neuroscienze, oftalmologia, genetica e scienze materno-Infantili dell'Università di Genova. Collabora con diverse istituzioni, tra cui il Ministero della salute, l'Istituto superiore di sanità, il Ministero dell'interno (Direzione centrale di Sanità), la Cost Action B26 UE di Bruxelles e il National institute for occupational safety and health (Niosh). Esperto internazionale sui temi di sonno, salute e lavoro, è autore e coautore di numerose pubblicazioni scientifiche.

Agnese Martini è Primo Ricercatore presso Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale dell'Inail. Laureata in Medicina e Chirurgia presso l'Università "La Sapienza" di Roma, ha conseguito la specializzazione in Medicina del Lavoro e dottorato in Malattie infettive, microbiologia e sanità pubblica. Ha coordinato e coordina, anche come sperimentatore principale, trial clinici e progetti di ricerca nazionali in ambito di salute e sicurezza sul lavoro. Ha una consolidata esperienza nella sorveglianza sanitaria e nella gestione dei rischi lavorativi, collaborando con istituzioni ed enti di ricerca. Svolge attività di formazione e docenza in ambito universitario e formazione professionale, e dal 2018 è docente formatrice Inail per la SSL (ai sensi del Decreto interministeriale 6 marzo 2013). Relatrice in numerosi convegni nazionali e internazionali, è autrice di un'ampia produzione scientifica.

Chiara Maurilli è Dirigente Medico di I livello presso la Sovrintendenza sanitaria centrale dell'Inail. È laureata in Medicina e Chirurgia presso l'Università "La Sapienza" di Roma, dove ha successivamente conseguito la specializzazione in Malattie infettive. Nell'ambito delle attività del Settore I della Sovrintendenza sanitaria centrale, svolge attività di ricerca e consulenza specialistica, contribuendo alla produzione scientifica e collaborando a progetti finalizzati alla cura, alla prevenzione e alla tutela della salute dei lavoratori.

Emma Pietrafesa è Primo Ricercatore presso Inail - Dipartimento di medicina del lavoro, ambientale, epidemiologia e igiene dell'Inail. È laureata in Lingue e letterature straniere, specializzazione in informazione e comunicazione e in Scienze politiche internazionali. Ha conseguito il Dottorato di ricerca in

Relazioni internazionali presso l'Università "La Sapienza" di Roma. Esperta di comunicazione, tecnologie digitali e metodologie didattiche innovative, coordina progetti di ricerca nazionali sui temi della salute e sicurezza sul lavoro (SSL). Svolge inoltre attività di formazione e docenza in ambito universitario e nella formazione professionale, dal 2017 docente formatrice Inail per la SSL ai sensi del Decreto interministeriale 6 marzo 2013. Relatrice in numerosi convegni nazionali e internazionali, è autrice di un'ampia produzione scientifica.

Andrea Romigi è Professore Associato di Neurologia presso l'Università Internazionale UniCamillus di Roma e Direttore del Centro di Medicina del Sonno presso l'IRCCS Neuromed di Pozzilli. Laureato in Medicina e chirurgia presso l'Università cattolica del Sacro Cuore, ha conseguito la specializzazione in Neurologia e il dottorato di ricerca in Neuroscienze presso l'Università di Roma Tor Vergata. Coordina numerosi trial clinici e progetti di ricerca nazionali ed internazionali, inclusi programmi PNRR, Telethon e studi multicentrici focalizzati sull'epilessia e sulla medicina del sonno. Ha ricoperto ruoli nelle commissioni della Lega Italiana contro l'Epilessia (LICE) e dell'Accademia Italiana Medicina del Sonno (AIMS). Docente e tutor universitario presso UniCamillus, l'Università Telematica Internazionale UniNettuno e l'Università di Roma Tor Vergata. Relatore e moderatore in numerosi convegni nazionali e internazionali e autore di un'ampia produzione scientifica.

Simone Russo è Ricercatore presso Inail- Dipartimento di medicina del lavoro, ambientale, epidemiologia e igiene dell'Inail. È laureato in Scienze demografiche per le politiche sociali e sanitarie e ha conseguito il dottorato di ricerca (Scuola di scienze statistiche) presso la Sapienza Università di Roma. La sua attività di ricerca si è concentrata su salute e sicurezza sul lavoro, biostatistica ed epidemiologia, economia sanitaria, valutazione e gestione rischi psicosociali e stress lavoro correlato, *network analysis* e modelli di classificazione tramite algoritmi di intelligenza artificiale (machine learning, apprendimento supervisionato e non supervisionato). Coinvolto in diversi programmi e progetti di ricerca in collaborazione con università internazionali e nazionali, istituti di ricerca ed enti pubblici, è autore di un'ampia produzione scientifica.

Giuseppe Saffioti è Direttore della Direzione Sanità R.F.I. S.p.A. Gruppo FS Italiane. È laureato in Medicina e Chirurgia, specializzato in Medicina Legale e delle assicurazioni ed in Medicina del lavoro, perfezionato in Psicopatologia forense. Ha conseguito il Master in Management sanitario presso l'Università Luiss di Roma ed il Master in Economia sanitaria presso l'Università degli Studi di Messina. Esperto in Medicina dei trasporti certificato Accredia, ha la responsabilità della gestione manageriale su scala nazionale delle attività sanitarie istituzionali garantite dalle sette strutture centrali della Direzione e dalle sue diciotto sedi periferiche. Svolge attività di professore a contratto di Medicina legale dei trasporti presso la Scuola di specializzazione in Medicina legale e delle assicurazioni dell'Università Cattolica di Roma. È componente del Direttivo nazionale della Società italiana di medicina del lavoro e coordinatore di gruppi di lavoro nazionali (Primo soccorso aziendale e Telemedicina ed IA) incaricati di produrre documenti di orientamento professionale per i medici competenti. Moderatore e relatore in numerosi congressi ed iniziative scientifiche, è autore di ampia produzione scientifica.

Annapaola Santoro è Dirigente medico presso l'Uoc di Medicina del lavoro dell'Ospedale Pediatrico Bambino Gesù di Roma. Laureata in Medicina e Chirurgia presso Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma, ha conseguito la specializzazione in Medicina del lavoro presso la stessa Università e il Master di II livello in Diagnosi e terapia del russamento e delle apnee del sonno presso Università "La Sapienza" di Roma. Docente e formatrice in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro con consolidata esperienza per la gestione dei rischi lavorativi e la sorveglianza sanitaria, in particolare nel settore sanitario. È autrice di oltre 110 pubblicazioni su riviste scientifiche nazionali ed internazionali e relatrice e moderatrice in numerosi eventi congressuali.

Giovanna Spaltro è Responsabile della Struttura organizzativa centrale Medicina legale e della Struttura organizzativa centrale psicologia dei trasporti della Direzione Sanità di RFI S.p.A., Gruppo FS Italiane. Medico legale e medico competente, ha conseguito il Master in Management sanitario ed è certificata Accredia in Medicina dei trasporti. In RFI dal 2003, assicura il coordinamento su scala nazionale dei processi di valutazione dell'idoneità psico-fisica del personale operante in ambito safety-critical nel trasporto ferroviario e su gomma, nonché delle attività medico-legali in materia di idoneità alla guida, in

conformità alla vigente normativa di settore. Svolge attività in Commissione medica locale per l'accertamento dell'idoneità alla guida e ha ricoperto incarichi di coordinamento quale medico competente per società del Gruppo FS Italiane. È relatrice in convegni nazionali e internazionali sui temi della medicina dei trasporti, della sicurezza e dei processi di idoneità nei sistemi di trasporto.

Donatella L.M. Vasselli è ricercatrice presso il Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale dell'Inail. Laureata in Lettere presso l'Università La Sapienza di Roma, sta attualmente conseguendo la laurea in Scienze dell'educazione presso l'Università Guglielmo Marconi, con una tesi già assegnata in "Tecnologie per la formazione e l'apprendimento". Ha conseguito un Master di I livello in Formazione - progettazione ed erogazione di interventi formativi. Ha lavorato per l'Istituto nell'ambito dei servizi editoriali e si è sempre occupata di formazione, con una consolidata esperienza negli aspetti organizzativi e un particolare interesse per le metodologie innovative e l'applicazione delle nuove tecnologie nella formazione, inclusa la SSL. Dal 2024 è formatrice Inail per la SSL, ai sensi del Decreto Interministeriale del 6 marzo 2013.

