

*Giovanni Costa, Eleonora Tommasi, Leonardo Giovannini, Nicola Mucci*

## 29.1 Introduzione al lavoro a turni

### 29.1.1 Definizione e caratteristiche principali

Una corretta organizzazione del lavoro a turni degli operatori sanitari è essenziale per garantire un'assistenza 24 ore su 24 al paziente. La sanità è l'esempio perfetto della "società delle 24 ore", i cui cardini sono le varie tipologie di lavoro a turni (lavoro notturno, turni frazionati, lavoro di guardia, lavoro part-time, orario di lavoro flessibile) e le nuove tecnologie. In generale per "lavoro a turni" si intende ogni forma di organizzazione dell'orario di lavoro in cui l'orario operativo dell'azienda viene esteso oltre le consuete 8 ore diurne (in genere dalle 7:00 alle 8:00 e dalle 17:00 alle 18:00) fino anche a coprire l'intero arco delle 24 ore [1, 2].

---

*G. Costa*  
Dipartimento di Scienze Cliniche e di Comunità,  
Università di Milano  
e-mail: giovanni.costa@unimi.it

*E. Tommasi*  
Scuola di Specializzazione in Malattie dell'Apparato  
Cardiovascolare, Università di Perugia  
e-mail: eleonora.tommasi@studenti.unipg.it

*L. Giovannini*  
Service Interentreprises de Santé au Travail, Narbonne,  
Francia  
e-mail: l.giovannini@sist-narbonne.com

*N. Mucci*  
Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica,  
Università di Firenze  
e-mail: nicola.mucci@unifi.it

Per garantire una copertura nelle 24 ore, il lavoro a turni deve comprendere anche il lavoro notturno che, secondo la Convenzione n. 171 [3] dell'Organizzazione Internazionale del Lavoro, è definito come "tutto il lavoro svolto durante un periodo non inferiore a sette ore consecutive, compreso l'intervallo da mezzanotte alle 5 del mattino (orario notturno)". La Direttiva Europea 2003/88/CE [4] definisce un "lavoratore notturno" come "(a) qualsiasi lavoratore che durante il periodo notturno svolga almeno tre ore del suo tempo di lavoro giornaliero impiegato in modo normale; (b) qualsiasi lavoratore che lavora una certa parte del suo orario di lavoro annuale, come definito dallo Stato membro interessato". La programmazione dei turni può differire rispetto a vari parametri, tra cui:

- durata del periodo di turno: principalmente da 6 a 9 ore, ma può durare fino a 12 ore o più oppure essere ridotto a 4 ore, nel caso di lavoro part-time;
- sistemi a rotazione semi-continua o continua: a seconda che siano inclusi giorni del fine settimana nei turni lavorativi;
- presenza e frequenza di turni di lavoro notturno;
- numero e tipo di turni: principalmente due turni, mattina e pomeriggio, o tre turni

- (qualora sia compresa la notte) di 7-9 ore oppure quattro turni di 6 ore (mattina, pomeriggio, sera e notte - cosiddetto sistema di turni "6 x 6");
- orario di inizio e fine di ogni turno: ad esempio, turno mattutino quello che inizia dopo le 03:00 e termina prima delle 18:00, turno diurno quello che inizia dopo le 08:00 e termina prima delle 18:00, turno serale quello che inizia a qualsiasi ora tra le 18:00 e le 23:00 e non sia classificato come turno notturno, turno notturno quello che sia di durata uguale o superiore a 3 ore comprese tra le 23:00 e le 06:00;
  - direzione della rotazione del turno: in senso orario o in ritardo di fase (mattina-pomeriggio-notte), antiorario o in avanzamento di fase (pomeriggio-mattina-sera);
  - velocità di rotazione tra i turni: veloce (ogni 1-3 giorni), intermedia (ogni 4-6 giorni), lenta (ogni 7 o più giorni), nulla (nel caso di turni fissi);
  - regolarità/irregolarità e durata dell'intero ciclo di turni, cioè da 5 giorni fino a 6 mesi o più.

Il lavoro a turni può avere effetti negativi sulla salute e sul benessere del lavoratore, con potenziali interferenze significative nei principali ambiti della vita umana (biologico, comportamentale, sociale) e alterazioni dell'equilibrio psicofisico di una persona. In particolare può determinare: (1) perturbazione dei ritmi circadiani; (2) riduzione della vigilanza e delle prestazioni, con conseguente maggior rischio di errori

e incidenti; (3) effetti sulla salute sia a breve termine (disturbi del sonno, digestivi, mentali e mestruali) che a medio-lungo termine (alterazioni gastrointestinali, neuropsichiche, metaboliche, cardiovascolari e, probabilmente, tumori); (4) difficoltà nel mantenimento dei ruoli sociali con conseguenze negative sulle relazioni interpersonali e sulla cura della famiglia. Alcuni studi suggeriscono che il lavoro a turni possa incrementare anche il rischio di cancro al seno, alla prostata e al colon-retto.

I lavoratori a turni devono essere adeguatamente informati sul fatto che dalla diversa organizzazione del lavoro possa derivare un rischio professionale per la loro salute; deve essere dunque garantita un'adeguata pianificazione degli orari sulla base di evidenze scientifiche e criteri ergonomici, nonché adeguate misure finalizzate a prevenire e a mitigare gli effetti negativi sulla salute laddove un riadattamento dei turni non sia possibile.

### 29.1.2 *Aspetti cronobiologici*

Il lavoro a turni, soprattutto quello comprendente i turni notturni, costituisce un'oggettiva condizione di stress per l'organismo, che può avere significative ripercussioni sulle condizioni di salute in quanto, attraverso il sovertimento del ciclo sonno/veglia, induce una significativa perturbazione della normale ritmicità circadiana delle funzioni biologiche e quindi delle condizioni psicofisiche della persona. I ritmi circadiani descrivono le oscillazioni fisiologiche che si verificano nelle

funzioni biologiche durante le 24 ore. La parola “circadiano” deriva dalla composizione dei termini latini “circa” che significa “intorno” e “dies” che significa “giorno”, letteralmente “intorno al giorno”. La perfetta sincronizzazione dei ritmi circadiani è legata alla variazione nell’espressione genica basata sul ciclo luce/buio. Nell’uomo l’orologio circadiano risiede nel nucleo soprachiasmatico dell’ipotalamo anteriore, il quale è sensibile a fattori ambientali, in particolare all’alternanza di luce e buio durante l’arco della giornata. La luce esterna, attraverso il tratto retino-ipotalamico, influenza l’espressione dei geni CLOCK e BMAL1, i quali rappresentano i principali regolatori delle oscillazioni periodiche durante il ciclo luce / buio. Il legame di CLOCK e BMAL1 attiva altri geni come il gene Period, responsabile anche della fluttuazione del ritmo circadiano attraverso un circuito di feedback inibitorio. Il gene Period codifica per la proteina PER, i cui livelli aumentano durante la notte e diminuiscono durante il giorno. Sulla base degli stimoli luminosi ricevuti e dei conseguenti geni attivati, il nucleo soprachiasmatico regola la secrezione di melatonina da parte della ghiandola pineale, cosicché i livelli di melatonina aumentano durante le ore buie della notte e diminuiscono con l’esposizione alla luce durante il giorno [5]. Il lavoro a turni, in particolare il lavoro notturno, modifica l’esposizione umana al ciclo luce / buio e di conseguenza la normale oscillazione circadiana delle funzioni biologiche. Questa alterazione comporta un appiattimento dell’ampiezza e uno spostamento

dell’acrofase dei ritmi circadiani, la cui estensione dipende dal numero di turni notturni consecutivi e dalla direzione di rotazione dei periodi di lavoro, in senso orario o antiorario. Il tipo di lavoro a turni, sia a rotazione sia fisso, può anche influenzare l’oscillazione dei ritmi circadiani. I lavoratori coinvolti in turni continui, che sono quelli più utilizzati ad esempio nel settore sanitario, sono costretti ad adattarsi il più rapidamente possibile ai cambiamenti dell’orario di lavoro, causando un notevole stress lavorativo. I lavoratori a turno fisso, d’altra parte, hanno maggiori probabilità di riuscire a mantenere stabile il loro ciclo sonno/veglia, purché lo mantengano anche nei giorni di riposo.

## **29.2 Effetti del lavoro a turni sulla salute dei lavoratori ed impatto sulla sicurezza del paziente**

### *29.2.1 Disturbi del sonno e della vigilanza*

Il disturbo delle funzioni psicologiche, collegato alla modifica del ciclo sonno/veglia, svolge un ruolo importante nell’influenzare le capacità lavorative. I lavoratori a turni possono soffrire di una serie di sintomi comunemente noti come “sindrome del jet-lag”, caratterizzati da affaticamento, sonnolenza, insonnia, disturbi digestivi, rallentamento delle funzioni mentali e delle prestazioni. La tempistica dei turni (soprattutto di notte e di prima mattina), le condizioni ambientali e gli stili di vita dei lavoratori possono influire negativamente sia sulla quantità che sulla qualità del sonno. Dopo il turno di notte, il lavoratore dovrebbe essere posto in condizioni

favorevoli al recupero psicofisico. Tuttavia, addormentarsi e dormire più a lungo sono molto difficili anche a causa di interferenze ambientali come luce e rumore. Il sonno è generalmente ridotto di circa 2-4 ore: in particolare, sono interessate la fase 2 del sonno non oculare rapido (NREM) e la fase del sonno oculare rapido (REM). La fase REM è inoltre particolarmente ridotta nel turno mattutino (a partire dalle 6 del mattino o prima) a causa dell'interruzione dell'ultima parte del sonno; inoltre, questo tempo di veglia anticipato di solito provoca eccessiva sonnolenza diurna durante il periodo di veglia. La direzione di rotazione dei turni può anche influenzare i modelli di sonno e i ritmi circadiani, a tal proposito i programmi dei turni di rotazione in senso orario risultano meno perturbanti rispetto a quelli in senso antiorario. In turni di rotazione rapida in senso orario, ad esempio, gli intervalli tra i turni (mattina – pomeriggio – notte) sono più lunghi (sempre 24 ore) rispetto a quelli a rotazione rapida anti-oraria (pomeriggio-mattina-notte) come nel caso di turno di mattino e di turno di notte nello stesso giorno (“ritorno rapido”); in tal caso gli intervalli di riposo tra i turni sono molto brevi (solo 8 ore), implicando così l'interruzione del sonno notturno che precede il turno del mattino e solo un sonno o un pisolino molto breve prima del turno di notte [6]. È noto che sonnolenza, privazione del sonno, affaticamento cronico e fluttuazioni di vigilanza sono fattori chiave nel condizionare errori e incidenti umani di concerto con altri fattori organizzativi, quali condizioni

ambientali, carico di lavoro, contenuto lavorativo e pressione del tempo. L'insonnia, uno dei sintomi principali del disturbo del lavoro a turni, ha una prevalenza di circa il 6% nella popolazione generale e tra il 29% e il 38% nei lavoratori a turni [7]. I sintomi includono difficoltà ad addormentarsi, riduzione della durata del sonno e frequenti risvegli. La fatica, la sonnolenza e l'insonnia derivanti da un ciclo sonno-veglia disturbato possono manifestarsi come il cosiddetto “disturbo del sonno da lavoro a turni”, che influisce negativamente sulla salute fisica e mentale, sulla qualità della vita, sulle prestazioni e sulla produttività. Uno studio di Drake et al. [8] indagando su 2570 lavoratori statunitensi di età compresa tra 18 e 65 anni, ha riferito che il 14% dei lavoratori notturni e l'8% dei lavoratori a turni con rotazione soddisfacevano i criteri per il disturbo del sonno durante i turni di lavoro. Tali individui presentavano in modo significativamente superiore ulcere gastroduodenali, incidenti legati alla sonnolenza, assenteismo, depressione e perdita di attività familiari e sociali più frequentemente rispetto a quei lavoratori a turni che non soddisfacevano i criteri. Per quanto riguarda le caratteristiche personali, in un gruppo di lavoratori a turni, Kalmbach et al. [9] hanno riferito che le probabilità di sviluppare un disturbo del lavoro a turni dopo la transizione a turni con rotazione erano oltre cinque volte superiori per gli individui altamente reattivi al sonno. Waage et al. [10], in uno studio longitudinale su 1533 infermieri norvegesi, hanno mostrato

che il rischio di sviluppare un disturbo del lavoro a turni al follow-up era significativamente associato al numero di turni notturni effettuati nell'anno precedente, al punteggio riportato nella Epworth Sleepiness Scale, all'uso di melatonina, all'uso di terapia della luce intensa ed a sintomi di depressione.

### *29.2.2 Interferenza nell'efficienza delle prestazioni e nella sicurezza del paziente*

Il lavoro a turni e notturno, così come un orario di lavoro prolungato e/o irregolare, sono fattori di rischio per la sicurezza dei pazienti dal momento che possono portare al verificarsi di un maggior numero di errori clinici da parte degli operatori sanitari. In particolare il turno di notte, prevedendo meno dipendenti rispetto a quelli del turno diurno a fronte dello stesso numero di pazienti può determinare errori da parte del personale a causa del maggior carico di lavoro [11-13]. Anche la durata dei turni di lavoro può significativamente incidere sulla possibilità di commettere errori clinici [14, 15]. Secondo uno studio condotto su 2.737 medici negli Stati Uniti [16], l'incidenza di almeno un errore grave da parte del personale è stata del 3,8%, 9,8% e 16%, rispettivamente in caso di 0 turni, 1-4 turni o più di 4 turni di durata prolungata (32 ore in media). Un aumento del 300% degli eventi avversi prevenibili dovuti a stanchezza e/o privazione del sonno sono stati registrati qualora la durata dei turni fosse stata troppo lunga. Anche nel caso degli infermieri è stato registrato

un aumento nel verificarsi di errori correlati alla durata di un turno oltre le 8 ore [17-19]. Diversi studi hanno rilevato un'associazione significativa tra l'aumento dei tassi di mortalità ospedaliera e turni prolungati o riduzione del personale [20, 21]. Un'indagine su 3.133 infermieri di 6 diverse aree ospedaliere (pediatria, terapia intensiva, dipartimento emergenza/urgenza e reparto di psichiatria) in Nuova Zelanda ha mostrato come il 30,8% degli errori nei 6 mesi precedenti fossero legati alla fatica dovuta ad una maggiore durata del turno e ad un maggior numero di turni notturni consecutivi; il rischio risultava invece diminuito qualora il numero di turni notturni consecutivi fosse limitato e fosse possibile una maggiore flessibilità dell'orario di lavoro [22].

### *29.2.3 Impatto sulla salute del lavoro a turni*

La letteratura degli ultimi anni ha mostrato come il lavoro a turni possa provocare effetti nocivi a medio e lungo termine sulla salute dei lavoratori a causa dell'alterazione dei ritmi circadiani fisiologici dell'organismo [1, 23]. I disturbi del ritmo circadiano tipici del turnista hanno anche non trascurabili conseguenze socioeconomiche come l'assenteismo dovuto a problematiche di salute e l'interferenza nelle relazioni sociali e nella vita familiare [24]. Irritabilità, nervosismo e ansia sono disturbi frequentemente segnalati dai lavoratori turnisti. La persistente perturbazione dei ritmi circadiani e la deprivazione di sonno, possono portare a disturbi dell'umore, ansia

cronica e/o depressione ricorrendo spesso l'accesso alle cure primarie per la richiesta di sedativi e ipnotici [25]. Dopo i suddetti disturbi del sonno, i disturbi gastrointestinali sono quelli di più frequente riscontro tra i turnisti. In particolare, il rischio d'insorgenza di gastroduodenite, ulcera peptica e sindrome dell'intestino irritabile è da due a cinque volte maggiore per i lavoratori a turni e notturni [26]. La mancata corrispondenza tra le fasi circadiane del tratto gastrointestinale (cioè, secrezioni gastriche, biliari e pancreatiche, mobilità intestinale, ormoni della fame e della sazietà) e l'ora dei pasti è una delle cause di questa maggiore prevalenza tra i lavoratori a turni, che tendono più frequentemente a consumare cibo di qualità non ottimale, confezionato e più calorico [27]. Molti studi epidemiologici hanno dimostrato un'associazione significativa tra lavoro a turni e sindrome metabolica [28], resistenza all'insulina e diabete mellito di tipo 2 [29, 30]. Inoltre, secondo diversi autori, i turnisti avrebbero un rischio maggiore del 40% di soffrire di cardiopatia ischemica [31, 32], collegata sia a disturbi dei ritmi circadiani e del sistema nervoso autonomo cardiaco sia a cambiamenti dannosi dello stile di vita [33]. Una meta-analisi di Manohar et al. [34] ha riportato un'associazione significativa tra ipertensione e lavoro a turni con rotazione. Il lavoro notturno sembrerebbe inoltre influire sulla fertilità femminile e sulla salute riproduttiva e pare essere associato ad un aumento del rischio di esiti avversi durante la gravidanza [35].

Nel 2007 "il lavoro su turni che alterano il sistema circadiano" è stato classificato come "probabilmente cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 2A) dalla Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) sulla base di evidenze ritenute sufficienti in modelli animali ed evidenze limitate negli esseri umani, in particolare per il cancro al seno. Un'associazione positiva tra il lavoro notturno ad alta intensità e di lunga durata ed il cancro al seno è stata segnalata anche in ampie popolazioni di infermieri [36]. Studi sperimentali su animali e colture cellulari in vitro hanno rilevato fenomeni di immunosoppressione, infiammazione cronica e proliferazione cellulare causata dalla perturbazione del normale ciclo luce-buio. Secondo recenti studi epidemiologici, stanno emergendo anche prove più deboli per il cancro del colon-retto e della prostata. Tali evidenze hanno portato la IARC a confermare la sua valutazione del lavoro notturno come probabile cancerogeno [37].

### **29.3 Azioni preventive e raccomandazioni**

#### *29.3.1 Criteri ergonomici per l'organizzazione dei turni*

È opportuno che le aziende ospedaliere e sanitarie tengano in alta considerazione la tutela della salute, della sicurezza e del benessere dei propri dipendenti durante l'organizzazione del lavoro a turni. I turni dovrebbero essere pianificati in base a criteri ergonomici che tutelino l'integrità psico-fisica ed il benessere sociale dei lavoratori. Tali criteri devono tener conto

dell'adattamento biologico, delle prestazioni lavorative, dello stato di salute e delle problematiche personali e sociali del lavoratore. Essi possono essere riassunti come segue [38, 39]:

- ridurre il più possibile il lavoro notturno e il numero di turni notturni consecutivi (2-3 al massimo) per limitare l'interferenza sui ritmi circadiani e sul sonno;
- i sistemi a turni a rotazione rapida sono preferibili rispetto a quelli a rotazione lenta, poiché interferiscono meno con i ritmi circadiani e minimizzano l'entità di qualsiasi deficit cumulativo di sonno;
- la rotazione in senso orario (mattina-pomeriggio-notte) è preferibile alla rotazione in senso antiorario (pomeriggio-mattina-notte) poiché si adatta meglio ai ritmi circadiani endogeni (i quali mostrano una periodicità leggermente più lunga di 24 ore negli esperimenti di "corsa libera"), inoltre evita rapidi cambi (ad es. turno di mattina e di notte nello stesso giorno) e consente periodi di riposo più lunghi per il recupero immediato da affaticamento e deficit del sonno;
- evitare un inizio troppo precoce dei turni mattutini al fine di ridurre l'interruzione del sonno (in particolare la fase REM) e la conseguente sonnolenza e rischio di errori;
- i turni di lavoro prolungati (9-12 h) devono essere contemplati solo quando il carico di lavoro è adeguato, ci sono pause adeguate e il sistema di turni è progettato

per ridurre al minimo l'accumulo di affaticamento e l'esposizione a sostanze tossiche;

- i cicli di turni dovrebbero essere il più regolari possibile e garantire il maggior numero possibile di fine settimana liberi, per consentire alle persone di pianificare e godersi il tempo libero e il tempo sociale in modo più conveniente;
- il lavoro notturno fisso può essere accettabile solo per particolari situazioni lavorative, che richiedono un completo adeguamento al lavoro notturno per garantire i massimi livelli di sicurezza;
- dovrebbero essere promossi accordi flessibili sull'orario di lavoro al fine di soddisfare le esigenze e le preferenze dei lavoratori.

Tuttavia, non esiste un "migliore" sistema di turni da raccomandare in generale. Ogni programma di lavoro a turni dovrebbe essere pianificato e adattato in base alle diverse attività e richieste di lavoro, nonché alle caratteristiche specifiche, alle abitudini sociali e al background culturale dei lavoratori coinvolti. I lavoratori devono partecipare all'analisi, alla progettazione e all'implementazione del sistema di turni scelto. Questo è importante per promuovere la giusta motivazione e di conseguenza migliorare la tolleranza psico-fisica del lavoratore: in effetti, spesso gli orari dei turni non hanno successo perché non riflettono le condizioni e le esigenze dei lavoratori. D'altra parte, i lavoratori a volte preferiscono schemi di turnazione biologicamente meno favorevoli (cioè turni di 12 ore o rotazione in senso antiorario) per avere periodi di riposo

più lunghi tra i cicli. Come accennato in precedenza, in diversi casi la rapida transizione dal turno della mattina allo stesso giorno, associata al risveglio mattutino, prefigura una condizione estremamente stressante e rischiosa. La durata del turno di lavoro dovrebbe essere adattata in base al carico di lavoro e al tipo di attività, nonché al numero di persone disponibili. I lavori che richiedono alti livelli di vigilanza e attività fisica (ad es. unità di emergenza e di terapia intensiva) dovrebbero avere turni più brevi; d'altra parte, per lavori con un carico di lavoro inferiore (ovvero semplice assistenza o attività di supporto) o in cui il lavoratore può fare delle pause, i turni potrebbero essere più lunghi.

### 29.3.2 Altri aspetti organizzativi

Una metodologia corretta, volta a introdurre o modificare uno schema di turni, dovrebbe seguire passi precisi, in particolare:

- un piano generale preliminare che tenga conto delle varie condizioni previste, quali disposizioni legislative e contrattuali, requisiti di servizio e/o di produzione, condizioni di lavoro;
- un'attenta analisi delle caratteristiche delle persone coinvolte, in particolare per quanto riguarda gli aspetti demografici (età, genere), i carichi di lavoro nei diversi turni, i fattori di rischio, le condizioni personali (es. stato familiare e sociale, pendolarismo);
- la progettazione del programma dei turni sulla base dei criteri ergonomici precedentemente menzionati;
- la sua introduzione e verifica del

grado di accettabilità da parte di un gruppo campione di lavoratori per un determinato periodo, registrando indicatori appropriati, quali valutazione soggettiva, comportamento lavorativo, assenteismo, errori, ecc.;

- l'implementazione finale del nuovo sistema di turni dopo adeguati adeguamenti in linea con le indicazioni emerse dalla fase precedente.

Vari interventi, volti a compensare gli effetti causati dal lavoro a turni, sono stati proposti e adottati negli ultimi anni, spesso in modo empirico e diverso in relazione alle diverse condizioni di lavoro e ai problemi specifici a livello aziendale. Secondo Thierry (40) questi interventi possono essere suddivisi in due categorie:

- a) i "contrappesi", ovvero quelli volti esclusivamente a compensare gli inconvenienti o i disturbi causati; quello che viene principalmente (e spesso soltanto) adottato è l'aumento della remunerazione pagata per il lavoro notturno, il quale costituisce una semplice traduzione in termini monetari dei vari aspetti del problema e spesso non ha una relazione diretta con la loro specificità o gravità, poiché può differire notevolmente in funzione delle norme contrattuali, del potere sindacale, delle condizioni economiche e delle esigenze di produzione dell'azienda; altri "contrappesi" più utili possono essere rappresentati da azioni volte a migliorare le condizioni di lavoro, quali igiene ambientale e carichi di lavoro;
- b) i "contro-valori", ovvero quelli volti a ridurre o eliminare le cause di

inconvenienti o conseguenze negative, tra i quali devono essere segnalati a livello organizzativo: la riduzione del lavoro notturno, limitando il numero di turni notturni durante l'anno e/o riducendo la durata del turno stesso; l'introduzione di pause organizzate con la possibilità di fruire di pasti caldi e fare brevi pisolini; un numero maggiore di giorni di riposo o ferie compensativi in relazione al numero di turni notturni lavorati; la fornitura di servizi sociali adeguati (ad es. trasporti, scuole materne, asili nido) mediante opportuni accordi con le autorità locali e le organizzazioni commerciali; la possibilità di passare temporaneamente al lavoro diurno, a intervalli regolari e/o permanentemente dopo un certo numero di anni maturati nel lavoro durante turni notturni oppure ad una determinata età anagrafica.

#### Bibliografia

- 1) Costa G. Shift work and health: current problems and preventive actions. *Safety Health Work*. 2010;1:112–23. <https://doi.org/10.5491/SHAW.2010.1.2.112>.
- 2) Costa G. Introduction to problems of shift work. In: Iskra-Golec I, Barnes-Farrell J, Bohle P, editors. *Social and family issues in shift work and non standard working hours*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016;19–35.
- 3) ILO International Labour Organization. C171-night work convention, 1990 (No. 171). 1990. [https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312316](https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312316). Accessed 30 Sept 2019.
- 4) European Parliament and Council. Directive 2003/88/EC of 4 November 2003 concerning certain aspects of the organisation of working time. 2003. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32003L0088>. Accessed 30 Sept 2019.
- 5) Seifalian A, Hart A. Circadian rhythms: will it revolutionise the management of diseases? *J Lifestyle Med*. 2019;9(1):1–11. <https://doi.org/10.15280/jlm.2019.9.1.1>.
- 6) Costa G. Sleep deprivation due to shift work. *Handb Clin Neurol*. 2015;131:437–46. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00023-8>.
- 7) Doi Y. An epidemiologic review on occupational sleep research among Japanese workers. *Ind Health*. 2005;43:3–10. <https://doi.org/10.2486/indhealth.43.3>.
- 8) Drake CL, Roehrs T, Richardson G, Walsh JK, Roth T. Shift work sleep disorder: prevalence and consequences beyond that of symptomatic day workers. *Sleep*. 2004;27:1453–62.
- 9) Kalmbach DA, Pillai V, Cheng P, Arnedt JT, Drake CL. Shift work disorder, depression, and anxiety in the transition to rotating shifts: the role of sleep reactivity. *Sleep Med*. 2015;16:1532–8. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.09.007>.
- 10) Waage S, Pallesen S, Moen BE, Mageroy N, Flo E, Di Milia L, et al. Predictors of shift work disorder among nurses: a longitudinal study. *Sleep Med*. 2014;15:1449–55. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2014.07.014>.
- 11) Gaba DM, Howard SK. Fatigue among clinicians and the safety of patients. *N Engl J Med*. 2002;347:1249–55. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa020846>.
- 12) Howard SK, Gaba DM, Smith BE, Weinger MB, Herndon C, Keshavacharya S, Rosekind Simulation study of rested versus sleep-deprived anesthesiologists. *Anesthesiology*. 2003;98:1345–55. <https://doi.org/10.1097/00000542-200306000-00008>.
- 13) Weinger MB, Ancoli-Israel S. Sleep deprivation and clinical performance. *JAMA*. 2002;287:955–7.
- 14) Landrigan CP, Rothschild JM, Cronin JW, Kaushal R, Burdick E, Katz JT, et al. Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors in intensive-care units. *N Engl J Med*. 2004;351:1838–

48. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041406>.
- 15) Lockley SW, Cronin JW, Evans EE, Cade BE, Lee CJ, Landrigan CP, et al. Effect of reducing interns' weekly work hours on sleep and attentional failures. *N Engl J Med.* 2004;351:1829–37. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041404>.
  - 16) Barger LK, Ayas NT, Cade BE, et al. Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures. *PLoS Med.* 2006;3(12):e487.
  - 17) Rogers AE, Hwang W-T, Scott LD, Aiken LH, Dinges DF. The working hours of hospital staff nurses and patient safety. *Health Aff (Millwood).* 2004;23:202–12. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.23.4.202>.
  - 18) Scott LD, Rogers AD, Hwang WT, Zhang Y. Effects of critical care nurses' work hours on vigilance and patients' safety. *Am J Crit Care.* 2006;15:30–7.
  - 19) Tanaka K, Takahashi M, Hiro H, Kakinuma M, Tanaka M, Miyaoka H. Differences in medical error risk among nurses working two- and three-shift systems at teaching hospitals: a six-month prospective study. *Ind Health.* 2010;48:357–64. <https://doi.org/10.2486/indhealth.48.357>.
  - 20) Needleman J, Buerhaus P, Pankratz VS, Leibson CL, Stevens SR, Harris M. Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *N Engl J Med.* 2011;364:1037–45. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1001025>.
  - 21) Trinkoff AM, Johantgen M, Storr CL, Gurses AP, Liang Y, Han K. Nurses' work schedule characteristics, nurse staffing, and patient mortality. *Nurs Res.* 2011;60:1–8. <https://doi.org/10.1097/NNR.0b013e3181fff15d>.
  - 22) Gander P, O'Keefe K, Santos-Fernandez E, Huntington A, Walker L, Willis J. Fatigue and nurses' work patterns: an online questionnaire survey. *Int J Nurs Stud.* 2019;98:67–74. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.06.011>.
  - 23) ANSES Rapport d'expertise Collective. Évaluation des risques sanitaires pour les professionnels exposés à des horaires de travail atypiques, notamment de nuit. Paris: Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, Alimentation, Environnement, Travail; 2016. p. 1–408.
  - 24) Rajaratnam SMW, Barger LK, Lockley SW, Shea SA, Wang W, Landrigan CP, et al. Sleep disorders, health, and safety in police officers. *JAMA.* 2011;306:2567–78. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1851>.
  - 25) Nakata A, Haratani T, Takahashi M, Kawakami N, Arito H, Kobayashi F, et al. Association of sickness absence with poor sleep and depressive symptoms in shift workers. *Chronobiol Int.* 2004;21:899–912. <https://doi.org/10.1081/cbi-200038104>.
  - 26) Knutsson A, Boggild H. Gastrointestinal disorders among shift workers. *Scand J Work Environ Health.* 2010;36:85–95. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2897>.
  - 27) Lennernas M, Hambræus L, Åkerstedt T. Nutrient intake in day and shift workers. *Appetite.* 1994;8:332–42. <https://doi.org/10.1006/appe.1995.0060>.
  - 28) De Bacquer D, Van Risseghem M, Clays E, Kittel F, De Backer G, Braeckman L. Rotating shift work and the metabolic syndrome: a prospective study. *Int J Epidemiol.* 2009;38:848–54. <https://doi.org/10.1093/ije/dyn360>.
  - 29) Strohmaier S, Devore EE, Zhang Y, Schernhammer ES. A review of data of findings on night shift work and the development of DM and CVD events: a synthesis of the proposed molecular mechanisms. *Curr Diab Rep.* 2018;18(12):132. <https://doi.org/10.1007/s11892-018-1102-5>.
  - 30) Suwazono Y, Dochi M, Oishi M, Tanaka K, Kobayashi E, Sakata K. Shiftwork and impaired glucose metabolism: a 14-year cohort study on 7104 male workers. *Chronobiol Int.* 2009;26:926–41. <https://doi.org/10.1080/07420520903044422>.
  - 31) Frost P, Kolstad HA, Bonde JP. Shift work and the risk of ischemic heart disease – a systematic review of the epidemiologic evidence. *Scand J Work Environ Health.* 2009;35:163–79. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1319>.
  - 32) Puttonen S, Härmä M, Hublin C. Shift work and cardiovascular disease – pathways from circadian stress to

- morbidity. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36:96–108. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2894>.
- 33) van Amelsvoort LG, Jansen NW, Kant I. Smoking among shift workers: more than a confounding factor. *Chronobiol Int*. 2006;23:1105–13. <https://doi.org/10.1080/07420520601089539>.
- 34) Manohar S, Thongprayoon C, Cheungpasitporn W, Mao MA, Herrmann SM. Associations of rotational shift work and night shift status with hypertension: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2017;35(10):1929–37. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001442>.
- 35) Nurminen T. Shift work and reproductive health. *Scand J Work Environ Health*. 1998;24(Suppl 3):28–34.36.
- 36) Wegrzyn LR, Tamimi RM, Rosner BA, Brown SB, Stevens RG, Eliassen AH, et al. Rotating night-shift work and the risk of breast cancer in the nurses' health studies. *Am J Epidemiol*. 2017;186(5):532–40. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx140>.
- 37) IARC Monographs Vol 124 Group. Carcinogenicity of night shift work. *Lancet Oncol*. 2019;20(8):1058–9. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30455-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30455-3).
- 38) Knauth P. Designing better shift systems. *Appl Ergon*. 1996;27(1):39–44. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00044-5](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00044-5).
- 39) Knauth P. Innovative worktime arrangements. *Scand J Work Environ Health*. 1998;24(Suppl 3):13–7.
- 40) Thierry H. Compensation for shiftwork: a model and some results. In: Colquhoun WP, Rutenfranz J, editors. *Experimental studies of shiftwork*. London: Taylor & Francis; 1980. p. 449–62.