PRACA PRZEGLĄDOWA

Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine
www.environmed.pl

BY-NC

Wpływ pracy zmianowej na zdrowie człowieka

Impact of shift work on human health

Anna Kaźmierska[1,A-D], Krzysztof Blaut[2,C], Radosław Szydłowski[1,C,E], Magdalena Bodera[3,A-B], Dominik Bylica[4,C,E], Sonja Rozmus[3,B], Maciej Kaźmierski[1,D-F]

[1] *Katedra i Klinika Kardiologii i Chorób Strukturalnych Serca, Śląski Uniwersytet Medyczny, Polska*
[2] *Katedra Informatyki, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Polska*
[3] *Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 5 im. św. Barbary w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny, Polska*
[4] *Zespół Szpitali Miejskich w Chorzowie, Polska*
A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Kaźmierska A, Blaut K, Szydłowski R, Bodera M, Bylica D, Rozmus S, Kaźmierski M. Wpływ pracy zmianowej na zdrowie człowieka. Med Srodow. doi:10.26444/ms/218514

Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Praca zmianowa, w tym praca nocna i rotacyjna, jest powszechną formą organizacji czasu pracy we współczesnych społeczeństwach. Jej wykonywanie prowadzi do przewlekłego zaburzenia rytmu okołodobowego, snu oraz regulacji neurohormonalnej, co może sprzyjać rozwojowi licznych zaburzeń zdrowotnych. Celem niniejszej pracy było syntetyczne przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat wpływu pracy zmianowej na zdrowie człowieka.

Opis stanu wiedzy. Dostępne dane wskazują, że praca zmianowa wiąże się z pogorszeniem jakości i skróceniem czasu snu oraz z desynchronizacją rytmu okołodobowego. Zaburzenia te prowadzą do nieprawidłowej regulacji osi neurohormonalnych i procesów metabolicznych. W badaniach epidemiologicznych wykazano związek pracy zmianowej z podwyższonym ryzykiem otyłości, zespołu metabolicznego, cukrzycy typu 2, nadciśnienia tętniczego oraz chorób sercowo-naczyniowych. Praca nocna wiąże się także z częstszym występowaniem zaburzeń zdrowia psychicznego, w tym bezsenności i objawów depresyjnych, a u kobiet – z zaburzeniami funkcji rozrodczych. Nasilenie niekorzystnych skutków zdrowotnych zależy od czasu trwania oraz intensywności ekspozycji na pracę zmianową.

Podsumowanie. Praca zmianowa stanowi istotny czynnik ryzyka zaburzeń zdrowotnych obejmujących wiele układów organizmu. Kluczową rolę w patogenezie obserwowanych następstw odgrywa przewlekłe zaburzenie rytmu okołodobowego. Uwzględnienie specyfiki pracy zmianowej w działaniach profilaktycznych i klinicznych może przyczynić się do ograniczenia jej długoterminowych konsekwencji zdrowotnych.

Słowa kluczowe

sen, rytm okołodobowy, zdrowie psychiczne, praca zmianowa, zaburzenia metaboliczne, choroby sercowo-naczyniowe

Abstract

Introduction and Objective. Shift work, including night work and rotating shifts, is a common form of work organisation in modern societies. It leads to chronic disruption of the circadian rhythm, sleep and neurohormonal regulation, which may contribute to the development of numerous health disorders. The aim of this study is to provide a summary of the current state of knowledge on the impact of shift work on human health.

Brief description of the state of knowledge. Available data indicate that shift work is associated with poorer sleep quality, shorter sleep duration, and desynchronisation of the circadian rhythm. These disturbances lead to abnormal regulation of neurohormonal axes and metabolic processes. Epidemiological studies have shown a link between shift work and an increased risk of obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, hypertension and cardiovascular diseases. Night work is also associated with a higher incidence of mental health disorders, including insomnia and depressive symptoms and, in women – with reproductive disorders. The severity of adverse health effects depends on the duration and intensity of exposure to shift work.

Summary. Shift work is a significant risk factor for health disorders affecting many body systems. Chronic circadian rhythm disruption plays a key role in the pathogenesis of the observed consequences. Taking into account the specific nature of shift work in preventive and clinical measures may help to reduce its long-term health consequences.

Key words

sleep, circadian rhythm, shift work, cardiovascular diseases, metabolic disorders, mental health

WPROWADZENIE

Współczesne społeczeństwa funkcjonują w warunkach dynamicznego rozwoju technologicznego i postępującej globalizacji, co sprzyja upowszechnieniu modelu tzw. społeczeństwa całodobowego (ang. *24-hour society*) [1]. Konsekwencją tych procesów jest rosnąca ekspozycja populacji na pracę wykonywaną poza tradycyjnymi godzinami dziennymi. Granice między czasem pracy a odpoczynkiem ulegają stopniowemu zatarciu, co rodzi istotne wyzwania dla zdrowia publicznego [2].

✉ Autor do korespondencji: Anna Kaźmierska, Katedra i Klinika Kardiologii i Chorób Strukturalnych Serca, Śląski Uniwersytet Medyczny, Polska
E-mail: ania.kazmierska43@gmail.com

Praca zmianowa obejmuje systemy nocne, rotacyjne, weekendowe oraz wydłużone dyżury. Przestała być zjawiskiem marginalnym i w wielu sektorach gospodarki stanowi powszechny element organizacji pracy. Wykonywanie pracy niezgodnie z fizjologicznym rytmem dobowym prowadzi do jego przewlekłego zaburzenia, skutkującego nieprawidłową regulacją snu, czuwania oraz procesów metabolicznych [3, 4].

Dane epidemiologiczne wskazują, że znaczna część populacji Europy pracuje w nieregularnych godzinach. Według danych Eurostatu (Labour Force Survey 2023) ok. 20,1% pracowników Unii Europejskiej jest zatrudnionych w systemie zmianowym, a 13,2% regularnie wykonuje pracę nocną [5]. W Polsce odsetki te są wyższe [6]. Dane Głównego Urzędu Statystycznego (Rocznik Statystyczny Pracy 2023) wskazują, że 21,4% osób pracuje w systemie zmianowym, przy czym najwyższy odsetek dotyczy osób zatrudnionych w ochronie zdrowia (42,6%), branży transportowej (31,8%) oraz przemyśle (29,3%) [7].

Zaburzenie rytmu dobowego u osób pracujących zmianowo ma liczne konsekwencje zdrowotne, obejmujące zaburzenia metaboliczne, hormonalne, psychiczne oraz społeczne [8]. Praca zmianowa, niosąca pracodawcy korzyści organizacyjne i ekonomiczne, stanowi istotny czynnik ryzyka rozwoju chorób przewlekłych oraz obniżenia jakości życia pracowników [9, 10].

Pomimo rosnącej liczby badań dotyczących pracy zmianowej, znaczna część publikacji na ten temat koncentruje się na wybranych aspektach zdrowotnych lub pojedynczych punktach końcowych. Nadal brakuje opracowań syntetycznych łączących mechanizmy patofizjologiczne zaburzeń rytmu okołodobowego z szerokim spektrum ich następstw klinicznych, w szczególności w odniesieniu do układu sercowo-naczyniowego [11, 12].

Celem niniejszej pracy jest syntetyczne przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat wpływu pracy zmianowej na zdrowie człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem jej konsekwencji metabolicznych, hormonalnych i psychospołecznych. Artykuł ma charakter poglądowy i stanowi próbę zestawienia dostępnych danych epidemiologicznych z mechanizmami biologicznymi leżącymi u podłoża obserwowanych zaburzeń.

MATERIAŁY I METODY

Praca ma charakter narracyjnego przeglądu piśmiennictwa na temat wpływu pracy zmianowej na zdrowie człowieka. Ze względu na heterogeniczność definicji pracy zmianowej, zróżnicowanie ekspozycji zawodowej oraz szerokie spektrum ocenianych punktów końcowych zdecydowano się na formułę przeglądu narracyjnego, a nie systematycznego.

W okresie od października do grudnia 2025 roku przeszukano literaturę w bazach danych PubMed oraz Google Scholar. Dodatkowo uwzględniono wybrane raporty i dokumenty opracowane przez Światową Organizację Zdrowia (World Health Organization, WHO) oraz Międzynarodową Organizację Pracy (International Labour Organization, ILO). Wyszukiwanie obejmowało publikacje w języku angielskim, głównie z lat 2020–2025. Starsze prace włączano, w przypadku gdy miały istotne znaczenie dla definicji pracy zmianowej lub opisu kluczowych mechanizmów patofizjologicznych.

Strategia wyszukiwania polegała na tym, iż bazowano na kombinacjach następujących haseł: „shift work", „night work", rotating shifts", „circadian rhythm", „sleep disorders", „metabolic syndrome", „type 2 diabetes", „hypertension", „cardiovascular disease", „myocardial infarction", „stroke", „mental health", „depression", „reproductive health", „fertility". Terminy łączono za pomocą operatorów logicznych „and" oraz „or".

W wyniku wstępnego wyszukiwania zidentyfikowano ok. 400 publikacji. Selekcja piśmiennictwa przebiegała dwuetapowo i była prowadzona niezależnie przez dwie osoby. Na pierwszym etapie analizowano tytuły i streszczenia publikacji, a na drugim – oceniano pełne teksty artykułów potencjalnie spełniających kryteria włączenia. Rozbieżności w ocenie rozstrzygano w drodze konsensusu.

Do przeglądu włączano badania obserwacyjne, badania kohortowe, analizy populacyjne, przeglądy systematyczne oraz metaanalizy opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych. Wyłączano doniesienia kazuistyczne, artykuły bez jednoznacznej charakterystyki pracy zmianowej, publikacje niezawierające danych klinicznych oraz prace o niskiej jakości metodologicznej. Ostatecznie do analizy włączono 46 publikacji, które posłużyły jako podstawa niniejszego opracowania.

OPIS STANU WIEDZY

Definicje i kontekst prawny pracy zmianowej

Zgodnie z definicją ILO praca zmianowa jest systemem organizacji pracy, w którym pracownicy wykonują swoje obowiązki naprzemiennie na tych samych stanowiskach w ustalonych odstępach czasu. Celem takiego systemu jest zapewnienie ciągłości funkcjonowania zakładu lub instytucji przez całą dobę lub jej część (ILO Code of Practice on Working Time, Geneva 2004) [13, 14].

Praca zmianowa może mieć charakter stały lub rotacyjny. W systemach rotacyjnych pracownicy wykonują pracę w zmieniających się porach doby, co wiąże się z większym stopniem zaburzenia rytmu biologicznego oraz utrudnioną adaptacją organizmu do stałego cyklu aktywności i odpoczynku [15].

W prawie Unii Europejskiej organizację czasu pracy reguluje Dyrektywa 2003/88/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 4 listopada 2003 r. Zgodnie z art. 2 pkt 5 tej dyrektywy pracownikiem nocnym jest osoba, która wykonuje pracę przez co najmniej trzy godziny swojego dobowego czasu pracy w porze nocnej lub przepracowuje w nocy co najmniej jedną trzecią rocznego wymiaru czasu pracy [16].

W polskim porządku prawnym pora nocna została zdefiniowana w Kodeksie pracy (Dz.U. z 1974 nr 24, poz. 141 z późn. zm.). Zgodnie z art. 151^7 § 1 Kodeksu pracy obejmuje ona osiem godzin pomiędzy 21:00 a 7:00 [17].

Powyższe regulacje mają na celu ochronę zdrowia pracowników oraz zapewnienie minimalnych standardów bezpieczeństwa i odpoczynku. Stanowią one punkt odniesienia dla organizacji pracy zmianowej, jednak nie eliminują biologicznych konsekwencji pracy wykonywanej niezgodnie z fizjologicznym rytmem dobowym. Z tego względu definicje i uwarunkowania prawne mają istotne znaczenie w interpretacji badań klinicznych oceniających wpływ pracy zmianowej na zdrowie, w tym funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego.

Sen i rytm okołodobowy

Sen jest złożonym procesem neurofizjologicznym, w regulacji którego uczestniczą m.in. jądro nadskrzyżowaniowe podwzgórza (SCN), odpowiedzialne za synchronizację rytmu okołodobowego, twór siatkowaty pnia mózgu, podwzgórze boczne oraz wzgórze, które odgrywa kluczową rolę w modulacji przepływu bodźców sensorycznych podczas snu. Jego przebieg jest ściśle powiązany z rytmem okołodobowym, regulującym naprzemienne okresy czuwania i odpoczynku [18].

Charakterystyka i funkcje snu

Sen stanowi jeden z podstawowych procesów biologicznych człowieka i zajmuje około jedną trzecią życia. Jest fizjologicznym, odwracalnym stanem obniżonej świadomości i ograniczonej reakcji na bodźce zewnętrzne. Pełni funkcję regeneracyjną i homeostatyczną, umożliwiając odnowę procesów metabolicznych oraz utrzymanie równowagi neurofizjologicznej i odpornościowej [19].

Sen odgrywa kluczową rolę w regulacji gospodarki energetycznej, procesach uczenia się i konsolidacji pamięci. Umożliwia także utrzymanie stabilności emocjonalnej oraz prawidłowego działania układu hormonalnego [20, 21].

U dorosłego człowieka prawidłowy czas snu wynosi średnio od 7 do 9 godzin na dobę. Zapotrzebowanie to jest jednak zmienne i zależy od wieku, aktywności fizycznej, trybu życia i stanu zdrowia. Przewlekłe skracanie snu poniżej 6 godzin lub zaburzenia jego struktury prowadzą do deficytu snu, pogorszenia funkcji poznawczych, zaburzeń nastroju i deregulacji hormonalnej [22, 23].

Mechanizmy neuronalne snu

Powstawanie i przebieg snu są kontrolowane przez złożony układ neuronalny zlokalizowany głównie w podwzgórzu i pniu mózgu. Kluczową rolę w inicjacji snu odgrywa brzuszno-boczne pole przedwzrokowe w przednim podwzgórzu, które hamuje aktywność struktur odpowiedzialnych za stan czuwania. Regulacja snu i czuwania odbywa się z udziałem układów neuroprzekaźnikowych, w tym serotoniny, noradrenaliny, acetylocholiny oraz kwasu gamma aminomasłowego [24, 25].

Sen obejmuje dwie zasadnicze fazy – NREM oraz REM. Faza NREM odpowiada za regenerację fizyczną i metaboliczną organizmu. Faza REM charakteryzuje się zwiększoną aktywnością mózgową i odgrywa istotną rolę w konsolidacji pamięci oraz regulacji procesów emocjonalnych [26]. Podstawowe cechy fizjologiczne oraz funkcje biologiczne obu faz snu zestawiono w tab. 1.

Cykl snu składający się z faz NREM i REM powtarza się kilkukrotnie w ciągu nocy. U osób dorosłych sen ulega stopniowemu spłyceniu wraz z wiekiem, czemu towarzyszy skrócenie fazy REM oraz zwiększona częstość przebudzeń [27].

Rytm okołodobowy i regulacja hormonalna

Rytm snu i czuwania jest ściśle związany z funkcjonowaniem wewnętrznego zegara biologicznego. Mechanizmy rytmu okołodobowego (ang. *circadian rhythm*) koordynują aktywność fizjologiczną i metaboliczną organizmu w cyklu dobowym. Centralnym elementem tego układu jest jądro nadskrzyżowaniowe (ang. *nucleus suprachiasmaticus*, SCN) w podwzgórzu, które pełni funkcję nadrzędnego zegara biologicznego. SCN reguluje aktywność tkanek obwodowych poprzez cykliczną ekspresję genów zegarowych, takich jak CLOCK, BMAL1, PER i CRY [28, 29].

Tabela 1. Charakterystyka faz snu NREM i REM – cechy fizjologiczne oraz funkcje biologiczne-1

Faza snu	Pełna nazwa	Główne cechy fizjologiczne	Funkcje biologiczne
NREM	Non-Rapid Eye Movement (sen wolnofalowy)	– Występuje w trzech stadiach: N1–N3 – Stopniowe pogłębianie snu – Spadek aktywności metabolicznej, temperatury ciała i ciśnienia tętniczego – Zmniejszona aktywność mięśniowa i ruchowa	– Regeneracja tkanek – Wydzielanie hormonu wzrostu – Odbudowa zasobów energetycznych – Odnowa układu odpornościowego
REM	Rapid Eye Movement (sen paradoksalny)	– Wysoka aktywność mózgu przy zwiotczeniu mięśni – Szybkie ruchy gałek ocznych – Nieregularny oddech i tętno – Występowanie marzeń sennych	– Konsolidacja pamięci – Procesy uczenia się – Regulacja emocji i nastroju

Synchronizacja rytmu okołodobowego z otoczeniem odbywa się za pośrednictwem tzw. zeitgeberów – czynników środowiskowych, spośród których najważniejsze jest światło. Znaczenie mają także pory posiłków, aktywność fizyczna oraz temperatura ciała. Prawidłowe funkcjonowanie tego układu warunkuje stabilną regulację hormonalną, metaboliczną i immunologiczną [30].

Główne mediatory rytmu dobowego to melatonina, kortyzol, insulina i leptyna. Melatonina, wydzielana przez szyszynkę w warunkach ciemności, synchronizuje rytm snu i czuwania. Kortyzol osiąga najwyższe stężenie rano, a najniższe w nocy. Insulina i leptyna uczestniczą w regulacji apetytu i gospodarki energetycznej, a ich wydzielanie również podlega rytmowi okołodobowemu [31].

Zakłócenie tych mechanizmów, np. w wyniku pracy nocnej lub zmianowej, prowadzi do tzw. desynchronizacji okołodobowej (ang. *circadian misalignment*), czyli rozbieżności między rytmem wewnętrznym a zewnętrznymi sygnałami środowiskowymi. Stan ten wiąże się z zaburzeniami gospodarki węglowodanowej, lipidowej i hormonalnej oraz ze zwiększonym ryzykiem rozwoju otyłości, insulinooporności, cukrzycy typu 2 i chorób sercowo-naczyniowych [31].

Zaburzenie rytmu okołodobowego stanowi podstawowy mechanizm leżący u podłoża negatywnych skutków zdrowotnych pracy zmianowej [4].

WPŁYW PRACY ZMIANOWEJ NA ZDROWIE

Zaburzenia snu i czuwania

Praca zmianowa, zwłaszcza taka, która obejmuje godziny nocne, istotnie zaburza rytm snu i czuwania. U pracowników zmianowych częściej niż wśród pozostałych występują trudności z zasypianiem, fragmentacja snu, skrócenie jego całkowitego czasu oraz nadmierna senność w ciągu dnia. Szacuje się, że pogorszenie jakości snu dotyczy nawet 76% osób pracujących zmianowo, a częstość bezsenności jest w tej grupie wyższa niż u pracowników wykonujących pracę dzienną [32].

Zależność między intensywnością pracy nocnej a nasileniem zaburzeń snu potwierdzono w badaniu Alqahtani i wsp. (2024), obejmującym 1006 pracowników oddziałów intensywnej terapii. U osób odbywających ponad 16 nocnych dyżurów miesięcznie istotnie częściej obserwowano występowanie kryteriów klinicznej bezsenności. U 42% badanych stwierdzono bezsenność o nasileniu umiarkowanym lub ciężkim, natomiast u 11% rozpoznano bezsenność przewlekłą [33].

Podobne obserwacje przedstawili Khan i wsp. (2020) w swym badaniu, przeprowadzonym wśród 136 australijskich ratowników medycznych pracujących głównie w systemie zmianowym. W badaniu przekrojowym zastosowano internetową ankietę obejmującą standaryzowane kwestionariusze oceniające jakość snu, bezsenność, senność dzienną, zmęczenie oraz objawy depresji, lęku i zespołu stresu pourazowego. Wykazano, że praca nocna i zmianowa wiązały się z istotnie wyższym nasileniem bezsenności i przewlekłego zmęczenia, a także z częstszym występowaniem objawów depresyjnych, lękowych i PTSD (zespół stresu pourazowego) w porównaniu z normami populacyjnymi ($p < 0,05$) [34].

Zaburzenia snu u osób pracujących zmianowo mają istotne znaczenie kliniczne. Prowadzą do obniżenia sprawności poznawczej i psychomotorycznej oraz zwiększają ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, zaburzeń metabolicznych i wypadków przy pracy [32].

Dostępne dane wskazują, że pogorszenie jakości snu, skrócenie jego czasu oraz nasilona senność w ciągu dnia stanowią stałe i powtarzalne konsekwencje pracy zmianowej. Nasilenie tych zaburzeń wzrasta wraz z liczbą nocnych dyżurów. Ograniczeniem większości badań pozostaje ich obserwacyjny charakter oraz bazowanie na subiektywnej ocenie parametrów snu.

Bezsenność i przewlekła deprywacja snu stanowią istotne ogniwo patofizjologiczne łączące pracę nocną z zaburzeniami funkcji poznawczych i emocjonalnych. Długotrwały niedobór snu prowadzi do dysregulacji osi podwzgórze–przysadka–nadnercza oraz osłabienia aktywności kory przedczołowej i hipokampa. Skutkuje to pogorszeniem pamięci roboczej, koncentracji oraz kontroli emocji, co prowadzi do wzrostu ryzyka zaburzeń psychicznych i obniżenia wydolności funkcjonalnej u pracowników zmianowych.

Zaburzenia metaboliczne i otyłość

Badania obserwacyjne wskazują na istotny związek między pracą zmianową, zwłaszcza nocną, a ryzykiem zaburzeń metabolicznych. W ośmioletnim badaniu kohortowym Cheng i wsp. (2021) ocenili 5775 pracowników szpitalnych bez zespołu metabolicznego, cukrzycy, nadciśnienia tętniczego i chorób sercowo-naczyniowych w badaniu wyjściowym.

Analizy wieloczynnikowe pozwoliły stwierdzić, iż praca nocna wiązała się z wyższym o ok. 36% ryzykiem rozwoju zespołu metabolicznego w porównaniu z pracą dzienną (aOR = 1,36; 95% CI: 1,04–1,78; $p = 0,03$). Zależność ta utrzymywała się po dodatkowej korekcie o wyjściowe parametry metaboliczne (aOR = 1,40; 95% CI: 1,06–1,85; $p = 0,02$).

Analiza składowych zespołu metabolicznego wykazała, że istotny związek dotyczył przede wszystkim otyłości brzusznej, ocenianej na podstawie obwodu talii (aOR = 1,27; 95% CI: 1,07–1,51; $p = 0,01$). W przypadku pozostałych komponentów zespołu metabolicznego nie stwierdzono istotnych różnic. Wśród pracowników nocnych większa liczba dyżurów nocnych wiązała się ponadto z wyższym ryzykiem rozwoju nadciśnienia tętniczego (aOR = 1,15; 95% CI: 1,01–1,31; $p = 0,04$) [35].

Związek między pracą nocną a zaburzeniami gospodarki węglowodanowej potwierdzili Viklund i wsp. (2023) w prospektywnym badaniu kohortowym, obejmującym 28 481 pracowników ochrony zdrowia bez cukrzycy typu 2 na początku obserwacji. Średni czas obserwacji wynosił 3,7 roku.

W tym okresie rozpoznano 232 nowe przypadki cukrzycy typu 2. Stała praca nocna wiązała się z wzrostem ryzyka cukrzycy o ok. 60% w porównaniu z pracą dzienną (HR = 1,59; 95% CI: 1,02–2,43). Podobny efekt obserwowano przy intensywnej pracy zmianowej, definiowanej jako ponad 120 zmian nocnych i/lub popołudniowych rocznie (HR = 1,67; 95% CI: 1,11–2,48). Ryzyko cukrzycy narastało wraz z dłuższym stażem pracy nocnej oraz częstym występowaniem sekwencji co najmniej trzech kolejnych zmian nocnych [36].

Subkliniczne zaburzenia gospodarki węglowodanowej oceniono również w analizie populacyjnej przeprowadzonej przez Lee i wsp. (2022), obejmującej 9591 osób w wieku ≥ 30 lat bez rozpoznanej cukrzycy. U mężczyzn pracujących nocą stwierdzono istotnie wyższe stężenia hemoglobiny glikowanej, oznaczanej z krwi pobranej na czczo ($\beta = 0,061$; $p = 0,0085$), w porównaniu z tymi pracującymi w porze dziennej. Zależności tej nie potwierdzono u kobiet [37].

Wpływ pracy zmianowej na metabolizm lipidów potwierdzili Dutheil i wsp. (2020) w swej metaanalizie, obejmującej 66 badań z udziałem 197 063 pracowników. Praca zmianowa wiązała się z wyższym stężeniem trójglicerydów (SMD = 0,09; 95% CI: 0,05–0,13; $p < 0,001$) oraz niższym stężeniem cholesterolu HDL (SMD = –0,08; 95% CI: od –0,12 do –0,03; $p = 0,001$). Najbardziej niekorzystny profil lipidowy obserwowano u osób wykonujących stałą pracę nocną. Nie stwierdzono istotnych zależności dla cholesterolu LDL [38].

Zebrane dane wskazują, że osoby pracujące w systemie zmianowym wymagają regularnego monitorowania parametrów metabolicznych oraz ukierunkowanych działań profilaktycznych.

Nadciśnienie tętnicze

Związek między pracą nocną a ryzykiem nadciśnienia tętniczego oceniono w dużych badaniach populacyjnych. W prospektywnym badaniu kohortowym UK Biobank Xiao i wsp. (2022) przeanalizowali dane 232 665 uczestników.

Wykazano, że osoby pracujące w systemie nocnym częściej niż pracownicy dzienni chorowały na nadciśnienie. Ryzyko zwiększało się wraz z rosnącą częstością nocnych dyżurów, co potwierdzono analizą trendu (Ptrend < 0,001). Najwyższe ryzyko obserwowano u osób wykonujących stałą pracę nocną [39].

Autorzy wykazali również istotną interakcję między pracą nocną a genetyczną predyspozycją do nadciśnienia. Osoby o wysokim poligenicznym ryzyku nadciśnienia, pracujące nocą, chorowały częściej niż pracownicy dzienni o niskim ryzyku genetycznym. Wyniki te wskazują na kumulację czynników środowiskowych i genetycznych w patogenezie nadciśnienia.

Zależność między pracą nocną a wartościami ciśnienia tętniczego potwierdzili także Kanki i wsp. (2023) w swej analizie, obejmującej 426 308 uczestników UK Biobank (54% kobiet; wiek 37–73 lata). Status pracy zmianowej oceniano na podstawie deklaracji uczestników, porównując osoby niepracujące zmianowo (N = 183 518) z osobami wykonującymi stałą pracę nocną (N = 4 716).

Analiza opisowa ukazała, iż osoby pracujące na stałej nocnej zmianie miały wyższe średnie wartości ciśnienia rozkurczowego niż osoby niepracujące zmianowo (84,81 vs 83,16 mmHg; różnica o ok. +1,65 mmHg). W analizie regresji liniowej stała praca nocna była dodatnio związana z DBP (ciśnieniem rozkurczowym). Zależność ta utrzymywała się po korekcie o wiek i inne współzmienne. Po dodatkowym uwzględnieniu BMI (ang. *body mass index*, wskaźnik masy ciała) wielkość efektu ulegała osłabieniu, jednak dla ciśnienia rozkurczowego pozostawała istotna statystycznie ($p < 0,05$) [40].

Incydenty sercowo-naczyniowe i śmiertelność

Związek między pracą zmianową a ryzykiem incydentów sercowo-naczyniowych potwierdzono w dużych analizach zbiorczych. Vyas i wsp. (2012) w przeprowadzonej metaanalizie uwzględnili 34 badania obserwacyjne obejmujące łącznie 2 011 935 osób.

Wykazano, że praca zmianowa wiązała się z istotnym wzrostem ryzyka zawału mięśnia sercowego, o ok. 23% w porównaniu z pracą dzienną (RR = 1,23; 95% CI: 1,15–1,31; $p < 0,05$). Ryzyko wszystkich zdarzeń wieńcowych było zwiększone o ok. 24% (RR = 1,24; 95% CI: 1,10–1,39; $p < 0,05$).

Stwierdzono również niewielki, lecz istotny statystycznie wzrost ryzyka udaru niedokrwiennego mózgu, wynoszący ok. 5% (RR = 1,05; 95% CI: 1,01–1,09; $p < 0,05$).

Wyniki różnych bdań dotyczące zawału mięśnia sercowego oraz udaru niedokrwiennego były takie same ($I^2 = 0\%$). W przypadku zdarzeń wieńcowych obserwowano natomiast znaczną heterogeniczność wyników ($I^2 = 85\%$) [41].

Zdrowie psychiczne

Praca zmianowa, zwłaszcza ta obejmująca godziny nocne, wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zaburzeń zdrowia psychicznego. Zaburzenie rytmu okołodobowego oraz przewlekła deprywacja snu prowadzą do dysregulacji osi podwzgórze–przysadka–nadnercza. Towarzyszą temu zmiany w wydzielaniu melatoniny, kortyzolu i serotoniny. Konsekwencją są objawy depresyjne, lękowe oraz obniżona zdolność adaptacyjna do stresu [31].

Związek ten potwierdzają dane epidemiologiczne. W metaanalizie Lee i wsp., obejmującej 11 badań obserwacyjnych prowadzonych w latach 1995–2013, oceniono zależność między pracą na nocnej zmianie a ryzykiem depresji w różnych grupach zawodowych. W badaniach uwzględnionych w metaanalizie obecność depresji oceniano za pomocą powszechnie stosowanych kwestionariuszy przesiewowych lub na podstawie kryteriów diagnostycznych DSM, a wyniki porównywano między grupami pracującymi nocą i w ciągu dnia. Wykazano, że praca nocna wiązała się z ok. 40% wzrostem ryzyka występowania objawów depresyjnych w porównaniu z pracą dzienną (OR/RR = 1,43; 95% CI: 1,24–1,64; $p < 0,05$).

Zależność ta była obserwowana w analizach podgrup niezależnie od płci, rodzaju wykonywanego zawodu oraz regionu geograficznego. Jednocześnie stwierdzono istotną heterogeniczność wyników pomiędzy badaniami ($I^2 = 78\%$) [42].

Długotrwała ekspozycja na pracę zmianową sprzyja również rozwojowi wypalenia zawodowego oraz ograniczeniu funkcjonowania społecznego. Trudności w utrzymaniu równowagi między życiem zawodowym a prywatnym mogą dodatkowo nasilać obciążenie psychiczne pracowników zmianowych [33, 34].

Zdrowie reprodukcyjne kobiet

Związek między pracą zmianową a zaburzeniami funkcji rozrodczych kobiet potwierdzono w metaanalizie badań obserwacyjnych. Hu i wsp. (2023) przeanalizowali 21 badań, w tym 16 przekrojowych i 5 kohortowych, obejmujących łącznie 195 538 kobiet [43].

U kobiet pracujących zmianowo ryzyko nieregularnych miesiączek było wyższe o ok. 30% w porównaniu z kobietami pracującymi w trybie dziennym (OR = 1,30; 95% CI: 1,23–1,36). Ryzyko bolesnego miesiączkowania było zwiększone o ok. 35% (OR = 1,35; 95% CI: 1,04–1,75), przy umiarkowanej do wysokiej heterogeniczności badań.

Ponadto praca zmianowa wiązała się z ok. 9% wzrostem ryzyka wczesnej menopauzy (HR = 1,09; 95% CI: 1,04–1,14). W tym zakresie nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badaniami. Wyniki te wskazują, że długotrwała ekspozycja na pracę zmianową może zaburzać regulację osi podwzgórze–przysadka–jajnik i przyspieszać wygasanie funkcji rozrodczych [43].

Wpływ pracy nocnej na płodność oceniono w dużym retrospektywnym badaniu populacyjnym przeprowadzonym przez Fernandez i wsp. w latach 1986–2002, obejmującym 128 852 pierworódki z Australii Południowej. Dane dotyczące porodów powiązano z danym z rejestru leczenia niepłodności [44].

U kobiet w wieku 35 lat oraz młodszych praca na nocnej zmianie wiązała się z istotnie częstszą koniecznością leczenia niepłodności. Ryzyko to było wyższe o ok. 40% w porównaniu z kobietami niepracującymi nocą (OR = 1,40; 95% CI: 1,19–1,64). W analizie ograniczonej do kobiet pozostających w płatnym zatrudnieniu obserwowano słabszy, lecz nadal istotny efekt, odpowiadający ok. 27% wzrostowi ryzyka w porównaniu z pracownicami dziennymi (OR = 1,27; 95% CI: 1,08–1,50). Zależności tej nie stwierdzono u kobiet powyżej 35. roku życia.

Wśród kobiet wymagających leczenia niepłodności praca nocna była również związana z częstszym występowaniem nieregularnych miesiączek, ze wzrostem ryzyka o ok. 40% (OR = 1,42; 95% CI: 1,05–1,91), oraz endometriozy, ze wzrostem ryzyka o ok. 30% (OR = 1,34; 95% CI: 1,00–1,80), w porównaniu z pracą dzienną [44].

Rak piersi

Związek między pracą zmianową obejmującą pracę w porze nocnej a ryzykiem raka piersi oceniono w badaniach kohortowych i kliniczno-kontrolnych. W prospektywnym badaniu kohortowym przeprowadzonym wśród 5781 kobiet z Finnish Twin Cohort, obserwowanych w latach 1990–2018, Schernhammer i wsp. wykazali, że wykonywanie pracy zmianowej z udziałem zmian nocnych wiązało się z ok. 58% wyższym ryzykiem raka piersi w porównaniu z pracą dzienną (HR = 1,58; 95% CI: 1,16–2,15). Natomiast praca zmianowa bez udziału zmian nocnych nie wiązała się ze zwiększonym ryzykiem zachorowania [45].

Zależność tę potwierdzili również Szkiela i wsp. w badaniu kliniczno-kontrolnym przeprowadzonym w Polsce w latach 2015–2019, obejmującym 494 kobiety z rozpoznanym rakiem piersi oraz 515 kobiet w grupie kontrolnej. Autorzy badania wykazali, że praca zmianowa wiązała się z ponad dwukrotnie wyższym ryzykiem raka piersi (OR = 2,08; 95% CI: 1,61–2,69), a w przypadku pracy nocnej ryzyko to było jeszcze większe i ponad 2,5-krotnie wyższe niż u kobiet pracujących wyłącznie w ciągu dnia (OR = 2,61; 95% CI: 1,94–3,53). Zależność

ta utrzymywała się również po uwzględnieniu innych czynników ryzyka [46].

Wpływ długości okresu pracy nocnej ocenili Moon i wsp. w przerpowadzonej metaanalizie, obejmującej łącznie 21 badań obserwacyjnych. Wykazano zależność dawka-odpowiedź, co oznacza, że ryzyko raka piersi wzrastało wraz z czasem trwania pracy nocnej. Po 30 latach takiej pracy ryzyko było wyższe – wzrost o ok. 13% ujawniły badania kohortowe (RR = 1,13; 95% CI: 1,04–1,23) oraz na wzrost niemal dwukrotny wkazały badania kliniczno-kontrolne (OR = 1,88; 95% CI: 1,38–2,57) [47].

Choroby przewodu pokarmowego

Zaobserwowano również wpływ pracy nocnej w odniesieniu do chorób przewodu pokarmowego. W prospektywnym badaniu kohortowym UK Biobank, obejmującym 266 605 uczestników w wieku 40–69 lat, z medianą okresu obserwacji wynoszącą 9,03 roku, w trakcie którego odnotowano 5 218 nowych przypadków zespołu jelita drażliwego, wykazano, że osoby stale pracujące na nocnej zmianie miały o ok. 36% wyższe ryzyko tej choroby w porównaniu z osobami nigdy lub rzadko pracującymi w nocy (HR = 1,36; 95% CI: 1,19–1,56; model w pełni skorygowany). Analiza podgrup wykazała, że zależność ta występowała przede wszystkim u osób z nadmierną masą ciała (BMI ≥ 25 kg/m^2) [48].

Zwiększone ryzyko chorób przewodu pokarmowego u pracowników zmianowych potwierdzono również w metaanalizie 16 badań obserwacyjnych, obejmującej ponad 320 tys. uczestników. Wykazano, że praca zmianowa wiązała się z ok. 56% wyższym ryzykiem występowania dolegliwości żołądkowo-jelitowych (OR = 1,56; 95% CI: 1,24–1,95) niż praca wykonywana w dzień. W szczególności u osób pracujących w nocy ryzyko niestrawności było wyższe o ok. 72%, a choroby wrzodowej o ok. 66% w porównaniu z osobami pracującymi wyłącznie w ciągu dnia [49].

Zależność między pracą nocną a ryzykiem raka jelita grubego oceniono również w prospektywnym badaniu kohortowym Nightingale, realizowanym w latach 2011–2025, którym objęto 56 477 pielęgniarek. Nie wykazano istotnego wzrostu ogólnego ryzyka zachorowania ani wśród osób pracujących nocą, ani w przypadku długotrwałej ekspozycji na pracę w nocy trwającej co najmniej 20 lat. Zaobserwowano jednak niewielki wzrost ryzyka wraz ze wzrostem intensywności i łącznej liczby przepracowanych nocnych zmian, co może wskazywać na niekorzystny wpływ długotrwałej i intensywnej pracy nocnej [50].

Profilaktyka i działania ograniczające skutki pracy zmianowej

Praca zmianowa jest nieuniknionym elementem wielu zawodów. Jest ona udziałem przede wszystkim pracowników ochrony zdrowia, transportu oraz przemysłu. Istotne znaczenie ma zatem wdrażanie działań profilaktycznych ograniczających jej niekorzystny wpływ na zdrowie. Celem tych działań jest zmniejszenie stopnia desynchronizacji rytmu okołodobowego, a tym samym zredukowanie jej następstw metabolicznych, sercowo-naczyniowych i psychicznych.

Podstawowym elementem profilaktyki jest utrzymanie możliwie regularnego rytmu snu i czuwania. Po zakończeniu nocnej zmiany zaleca się sen w warunkach ograniczonej ekspozycji na światło oraz bodźce akustyczne. Stałe godziny snu powinny być zachowane również w dni wolne od pracy. Krótkie drzemki regeneracyjne mogą poprawiać czujność i zmniejszać nasilenie senności w trakcie nocnej zmiany [51].

Ważna jest także odpowiednia dieta. Spożywanie lekkostrawnych posiłków o regularnych porach sprzyja stabilizacji glikemii i ogranicza ryzyko zaburzeń metabolicznych. Należy unikać dań wysokotłuszczowych oraz nadmiernego spożywania kofeiny w późnych godzinach pracy nocnej. Regularna aktywność fizyczna wykonywana w porze dziennej wpływa korzystnie na kontrolę masy ciała oraz jakość snu [52].

Działania profilaktyczne powinny obejmować również ochronę zdrowia psychicznego. Przewlekła ekspozycja na stres oraz niedobór snu zwiększają ryzyko zaburzeń nastroju i wypalenia zawodowego. Zaleca się prowadzenie programów edukacyjnych dotyczących higieny snu oraz radzenia sobie ze stresem. Istotne znaczenie ma także odpowiednie planowanie grafików pracy, zapewniające wystarczający czas odpoczynku pomiędzy kolejnymi zmianami.

Regularna ocena stanu zdrowia powinna stanowić integralny element profilaktyki. Okresowe badania kontrolne powinny obejmować pomiar ciśnienia tętniczego, ocenę parametrów metabolicznych oraz przesiewową ocenę jakości snu i stanu psychicznego. Wczesne wykrycie nieprawidłowości umożliwia wdrożenie działań terapeutycznych i ograniczenie ryzyka powikłań. Skuteczna profilaktyka wymaga podejścia wielokierunkowego oraz współpracy pracowników, pracodawców i służb medycyny pracy.

PODSUMOWANIE

Praca zmianowa, szczególnie ta obejmująca godziny nocne, stanowi istotne wyzwanie zdrowotne dla współczesnych społeczeństw. Zaburzenie rytmu okołodobowego prowadzi do niekorzystnych zmian w funkcjonowaniu układu metabolicznego, sercowo-naczyniowego, hormonalnego oraz nerwowego. Długotrwała desynchronizacja procesów biologicznych wiąże się ze zwiększonym ryzykiem rozwoju chorób przewlekłych oraz obniżeniem jakości życia.

Dane z badań epidemiologicznych wskazują, że praca zmianowa sprzyja utrwalonym zaburzeniom regulacji neurohormonalnej i metabolicznej. Zmiany te mogą przyczyniać się do rozwoju otyłości, cukrzycy typu 2, nadciśnienia tętniczego, choroby wieńcowej oraz zaburzeń psychicznych. Ryzyko to wzrasta wraz z czasem wykonywania pracy nocnej oraz przy nieprawidłowej organizacji harmonogramów pracy.

Działania profilaktyczne powinny obejmować zarówno poziom indywidualny, jak i organizacyjny. Na poziomie indywidualnym istotne znaczenie ma utrzymanie przez osoby pracujące w porze nocnej możliwie regularnego rytmu snu i czuwania. Zaleca się przestrzeganie zasad higieny snu, racjonalne odżywianie oraz regularną aktywność fizyczną. Równie ważne są działania podejmowane przez pracodawcę – odpowiednie planowanie grafików pracy oraz zapewnienie osobom pracującym w nocy wystarczających okresów odpoczynku pomiędzy kolejnymi zmianami.

Z perspektywy zdrowia publicznego konieczne jest uwzględnienie problematyki pracy zmianowej w programach profilaktycznych. Wskazane jest opracowanie wytycznych dotyczących monitorowania stanu zdrowia pracowników zmianowych. Dalsze badania powinny koncentrować się na identyfikacji mechanizmów biologicznych odpowiedzialnych za obserwowane zaburzenia oraz na ocenie skuteczności interwencji chronobiologicznych i organizacyjnych.

PIŚMIENNICTWO

1. Fischer FM, Antunes ED, Silva-Junior JS, et al. Working anywhere and anytime in the 24-h society: impact on the world of work. Ind Health. 2021 Jan;59(1):1–3. doi:10.2486/indhealth.59_100
2. Editorial: Working anywhere and anytime in the 24-h society: impact on the world of work. Ind Health. 2021 Jan;59(1):1–3. doi:10.2486/indhealth.59_100
3. Schettini MAS, Passos RFN, Koike BDV. Shift work and metabolic syndrome updates: a systematic review. Sleep Sci. 2023;16(2):237–247. doi:10.1055/s-0043-1770798
4. Boivin DB, Boudreau P, Kosmadopoulos A. Disturbance of the circadian system in shift work and its health impact. J Biol Rhythms. 2022;37(1):3–28. doi:10.1177/07487304211064218
5. Eurostat. Job autonomy and pressure at work – statistics [Internet]. Luxembourg: European Commission, Eurostat; 2020 Oct 6 [cited 2025 Dec 22]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Job_autonomy_and_pressure_at_work_-_statistics
6. Eurostat. Employees working shifts – % of total employees (lfsa_ewpshi) [Internet]. Luxembourg: Eurostat; [cited 2026 Feb 21]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfsa_ewpshi doi:10.2908/lfsa_ewpshi
7. Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Pracy 2023 [Internet]. Warszawa: GUS; 2023 [cited 2025 Dec 22]. Available from: https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-pracy-2023,7,8.html Główny Urząd Statystyczny+1
8. Walker WH 2nd, Walton JC, DeVries AC, et al. Circadian rhythm disruption and mental health. Transl Psychiatry. 2020;10(1):28. doi:10.1038/s41398-020-0694-0
9. Hanif A, Okafor DK, Katyal G, et al. Shifting rhythms: a systematic review exploring the multifaceted effects of shift work and circadian disruption on employee cardiovascular health. Cureus. 2024 Oct 7;16(10):e71003. doi:10.7759/cureus.71003
10. Silva A, Silva A, Duarte J, et al. Shift-work: a review of the health consequences. Int J Occup Environ Saf. 2020 Nov;4(2):48–79. doi:10.24840/2184-0954_004.002_0005
11. Silva I, Costa D. Consequences of shift work and night work: a literature review. Healthcare. 2023;11(10):1410. doi:10.3390/healthcare11101410
12. Kervezee L, Kosmadopoulos A, Boivin DB. Metabolic and cardiovascular consequences of shift work: the role of circadian disruption and sleep disturbances. Eur J Neurosci. 2020 Jan;51(1):396–412. doi:10.1111/ejn.14216
13. International Labour Office. Mapping out a strategy for possible future ILO action on working time. Geneva: International Labour Office; 2005 Nov. (Governing Body, 294th Session; GB.294/LILS/7/1).
14. International Labour Organization. Shift work. In: Conditions of Work Digest. Vol. 14. Geneva: International Labour Office; 1995. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326824/
15. Cho HA, Lee DW, Yang M, et al. Comparing the health impacts of fixed night and rotating shift work: an umbrella review of meta-analyses. J Sleep Res. 2025 Aug 19. doi:10.1111/jsr.70172
16. European Parliament and Council. Directive 2003/88/EC of 4 November 2003 concerning certain aspects of the organisation of working time. Off J Eur Union. 2003;L299:9–19. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32003L0088
17. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy. DzU 1974 nr 24 poz. 141 z późn. zm.
18. Steele TA, St Louis EK, Videnovic A, et al. Circadian rhythm sleep–wake disorders: a contemporary review of neurobiology, treatment, and dysregulation in neurodegenerative disease. Neurotherapeutics. 2021;18(4):1533–1541. doi:10.1007/s13311-021-01031-8
19. Kaczmarek F, Bartkowiak-Wieczorek J, Matecka M, et al. Sleep and athletic performance: a multidimensional review of physiological and molecular mechanisms. J Clin Med. 2025;14(21):7606. doi:10.3390/jcm14217606
20. Chaput JP, McHill AW, Cox RC, et al. The role of insufficient sleep and circadian misalignment in obesity. Nat Rev Endocrinol. 2023;19:82–97. doi:10.1038/s41574-022-00747-7
21. Hoedlmoser K, Peigneux P, Rauchs G. Recent advances in memory consolidation and information processing during sleep. J Sleep Res. 2022 Aug;31(4):e13607. doi:10.1111/jsr.13607
22. Simon KC, Cadle C, Shuster AE, et al. Sleep across the lifespan: a neurobehavioral perspective. Curr Sleep Med Rep. 2025;11:7. doi:10.1007/s40675-025-00322-2
23. Fjell AM, Sørensen Ø, Wang Y, et al. Is short sleep bad for the brain? Brain structure and cognitive function in short sleepers. J Neurosci. 2023;43(28):5241–5250. doi:10.1523/JNEUROSCI.2330-22.2023
24. Arrigoni E, Barberena CM, Forcelli PA, et al. The Sleep-Promoting Ventrolateral Preoptic Nucleus: A Sleeping Giant in Sleep Regulation. Int J Mol Sci. 2022;23(6):2905. doi:10.3390/ijms23062905
25. Ye X, Pang S, Ren X, et al. Neurotransmitter modulation of sleep–wake states: from molecular mechanisms to therapeutic potential. Sleep Med. 2025;132:106547. doi:10.1016/j.sleep.2025.106547
26. Hyndych A, El-Abassi R, Mader EC Jr. The role of sleep and the effects of sleep loss on cognitive, affective, and behavioral processes. Cureus. 2025;17(5):e84232. doi:10.7759/cureus.84232
27. Patel AK, Reddy V, Shumway KR, et al. Physiology, sleep stages. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526132/
28. Tsuno Y, Mieda M. Circadian rhythm mechanism in the suprachiasmatic nucleus and its relation to the olfactory system. Front Neural Circuits. 2024;18:1385908. doi:10.3389/fncir.2024.1385908
29. Takahashi JS. Transcriptional architecture of the mammalian circadian clock. Nat Rev Genet. 2017;18(3):164–179. doi:10.1038/nrg.2016.150
30. Quante M, Mariani S, Weng J, et al. Zeitgebers and their association with rest-activity patterns. Chronobiol Int. 2019;36(2):203–213. doi:10.1080/07420528.2018.1527347
31. Begemann K, Rawashdeh O, Olejniczak I, et al. Endocrine regulation of circadian rhythms. npj Biol Timing Sleep. 2025;2:10. doi:10.1038/s44323-025-00024-6
32. Brito RS, Dias C, Afonso Filho A, et al. Prevalence of insomnia in shift workers: a systematic review. Sleep Sci. 2021;14(1):47–54. doi:10.5935/1984-0063.20190150
33. Alqahtani JS, Arowosegbe A, Oyelade T, et al. The effect of cumulative night shift duties on insomnia, fatigue, and mental health in intensive care units. Heliyon. 2024;10(10):e31066. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e31066
34. Khan WAA, Conduit R, Kennedy GA, et al. The relationship between shift work, sleep, and mental health among paramedics in Australia. Sleep Health. 2020;6(3):330–337. doi:10.1016/j.sleh.2019.12.002
35. Cheng WJ, Liu CS, Hu KC, et al. Night shift work and the risk of metabolic syndrome: findings from an 8-year hospital cohort. PLoS One. 2021;16(12):e0261349. doi:10.1371/journal.pone.0261349
36. Viklund A, Andersson T, Selander J, et al. Night and shift work patterns and incidence of type 2 diabetes and hypertension in a prospective cohort study of healthcare employees. Scand J Work Environ Health. 2023;49(6):439–448. doi:10.5271/sjweh.4104
37. Lee YS, Joo JH, Park EC. Association between nighttime work and HbA1c levels in South Korea. Healthcare (Basel).2022;10(10):1977. doi:10.3390/healthcare10101977
38. Dutheil F, Baker JS, Mermillod M, et al. Shift work, and particularly permanent night shifts, promote dyslipidaemia: a systematic review and meta-analysis. Atherosclerosis. 2020;313:156–169. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2020.08.015
39. Xiao Z, Xu C, Liu Q, et al. Night shift work, genetic risk, and hypertension. Mayo Clin Proc. 2022;97(11):2016–2027. doi:10.1016/j.mayocp.2022.04.007
40. Kanki M, Nath AP, Xiang R, et al. Poor sleep and shift work associate with increased blood pressure and inflammation in UK Biobank participants. Nat Commun. 2023;14:7096. doi:10.1038/s41467-023-42758-6
41. Vyas MV, Garg AX, Iansavichus AV, et al. Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2012;345:e4800. doi:10.1136/bmj.e4800
42. Lee A, Myung SK, Cho JJ, et al. Night shift work and risk of depression: meta-analysis of observational studies. J Korean Med Sci. 2017;32(7):1091–1096. doi:10.3346/jkms.2017.32.7.1091
43. Hu F, Wu C, Jia Y, et al. Shift work and menstruation: a meta-analysis study. SSM Popul Health. 2023;24:101542. doi:10.1016/j.ssmph.2023.101542
44. Fernandez RC, Moore VM, Marino JL, et al. Night shift among women: is it associated with difficulty conceiving a first birth? Front Public Health. 2020;8:595943. doi:10.3389/fpubh.2020.595943
45. Schernhammer ES, Bogl LH, Hublin C, et al. The association between night shift work and breast cancer risk in the Finnish twins cohort. Eur J Epidemiol. 2023;38(4):533–543. doi:10.1007/s10654-023-00983-9
46. Szkiela M, Kusideł E, Makowiec-Dąbrowska T, et al. Night shift work—A risk factor for breast cancer. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(2):659. doi:10.3390/ijerph17020659.
47. Moon J, Ikeda-Araki A, Mun Y. Night shift work and female breast cancer: a two-stage dose-response meta-analysis. BMC Public Health. 2024;24(1):2065. doi:10.1186/s12889-024-19518-2

48. Li Y, Zhang L, Wang S, et al. Shift work and the risk of gastrointestinal disorders: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Sleep Med. 2021;78:18–28. doi:10.1016/j.sleep.2020.12.003
49. Chang WP, Peng YX. Differences between fixed day shift workers and rotating shift workers in gastrointestinal problems: a systematic review and meta-analysis. Ind Health. 2021;59(2):66–77. https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0153
50. de Bruijn L, Berentzen NE, Vermeulen RCH, et al. Night shift work and risk of colorectal cancer: a prospective cohort study among 56 477 female nurses in the Netherlands. Occup Environ Med. 2025;82(8):396–402. https://doi.org/10.1136/oemed-2024-109878
51. Patterson PD, Hilditch CJ, Weaver MD, et al. The effect of a night shift nap on post-night shift performance, sleepiness, mood, and first recovery sleep: a randomized crossover trial. Scand J Work Environ Health. 2024;50(1):22–27. doi:10.5271/sjweh.4129
52. Giltelin ENF, Teng NIMF, Mohd Azmi NAS, et al. A cross-sectional multifactorial analysis of chrononutrition, sleep quality and sleep patterns among healthcare shift workers. Acta Psychol (Amst). 2025;261:105900. doi:10.1016 j.actpsy.2025.105900

ONLINE FIRST