

Crononutrição e padrão de sono em profissionais de saúde com trabalho por turnos

Ana Beatriz Pinto^{1,2}, Zélia Santos^{1,3}, Mónica Pitta-Grós⁴, Carlos Barrigas⁵, Lino Mendes¹, Catarina Ginete^{1,3}, Joana Belo^{1,3}, Ana Lúcia Silva^{1,3}, Pedro Camacho^{1,3}, Bruno Pereira^{1,3}, Patrícia Almeida Nunes⁴, Ana Catarina Moreira^{1,3}

1. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.
ana.moreira@estesl.ipl.pt

2. Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.

3. H&TRC – Health & Technology Research Center, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.

4. Serviço de Nutrição, Hospital de Santa Maria, ULS de Santa Maria. Lisboa, Portugal.

5. Agrupamento de Escolas das Laranjeiras. Lisboa, Portugal.

RESUMO

Introdução – Ao longo dos anos, os organismos evoluíram biologicamente, desenvolvendo ritmos circadianos. Os profissionais de saúde operam frequentemente em turnos noturnos, estando expostos à luz artificial, trabalhando e alimentando-se no período circadiano noturno, o que aumenta o risco de desalinhamento circadiano. **Objetivos** – Esta revisão narrativa tem como objetivos aferir o impacto do trabalho por turnos na alimentação, qualidade do sono e atividade física e identificar estratégias alimentares para promover a adaptação circadiana. **Métodos** – A pesquisa bibliográfica de suporte foi realizada recorrendo às bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science. **Resultados** – Os trabalhadores por turnos têm padrões de sono de baixa qualidade, ingerem alimentos durante a noite e têm pouca disponibilidade para praticar exercício físico. A manipulação de fatores que favorecem a adaptação circadiana ao trabalho por turnos, como a alimentação, torna-se essencial. O jejum noturno, a ingestão de pequenas e múltiplas refeições durante o turno noturno e a inclusão de proteína nas refeições durante e pós-turno parecem ser potenciais estratégias com benefícios. No âmbito desta temática apresenta-se o protocolo do estudo CRO-NutS, financiado pelo Instituto Politécnico de Lisboa (IPL/IDI&CA2024/CRO-NutS_ESTeSL), que tem como objetivos relacionar o cronotipo e o padrão alimentar e de sono, o estado nutricional, o balanço energético e a atividade física em profissionais de saúde que trabalham por turnos, desenvolver estratégias nutricionais e para redução dos riscos da exposição à luz artificial e promoção de um padrão de sono mais reparador. **Conclusão** – As alterações do ritmo circadiano são potenciais causas do aumento de riscos para a saúde associado ao trabalho por turnos. Apesar de existirem várias recomendações

nutricionais para estes trabalhadores, estas ainda não refletem a evidência científica mais recente, tornando-se imperativo aprofundar e consolidar a evidência atual para que seja incluída nas recomendações alimentares.

Palavras-chave: Alimentação; Atividade física; Crononutrição; Desalinhamento circadiano; Sono; Turno noturno.

Chrononutrition and sleep patterns in healthcare professionals working in shifts

ABSTRACT

Background – Over the years, living organisms biologically evolved, developing circadian rhythms. Health professionals usually work night shifts, being exposed to artificial light, working and eating during circadian night, which increases the risk of circadian misalignment. **Objectives** – This narrative review aims to assess the impact of shift work on nutrition, sleep quality, and physical activity and describe nutritional strategies to promote circadian adaptation. **Methods** – We search PubMed, Scopus, and Web of Science databases for publications on this topic. **Results** – Shift workers have poor quality sleep patterns, eat food during the night, and have reduced time to exercise. The manipulation of factors that support circadian adaptation to shift work, such as nutrition, is crucial. Night fasting, eating small and several meals during the shift, and including protein in meals during and before the shift appear to be potential strategies with benefits. In the scope of this theme, we present the CRO-NutS protocol, a study funded by Instituto Politécnico de Lisboa (IPL/IDI&CA2024/CRO-NutS_ESTeSL). This study aims to relate chronotype and eating and sleeping patterns, nutritional status, energy balance, and physical activity in shift work health, to adapt nutrition, implement strategies to reduce the risks of exposure to artificial light, and promote a more restful sleep pattern. **Conclusion** – Changes in circadian rhythm are potential causes of increased health risks associated with shift work. Although there are several nutritional recommendations for shift workers, these guidelines don't reflect the most recent scientific evidence, making it imperative to deepen and consolidate current evidence to further be included in nutritional recommendations.

Keywords: Chrononutrition; Circadian misalignment; Night shift; Nutrition; Physical activity; Sleep.

Introdução

Ao longo dos anos, a vida foi moldada por estímulos ambientais, como o ciclo de 24 horas de dia/noite, o que permitiu que os organismos evoluíssem biologicamente de forma a antecipar e adaptar-se aos eventos diários¹. Assim, vários organismos vivos, nomeadamente o ser humano, desenvolveram ciclos intrínsecos de 24h, denominados ritmos circadianos².

Atualmente muitas pessoas têm um horário de trabalho desalinhado com o relógio circadiano e com o ciclo natural de dia-noite, trabalhando em turnos noturnos³.

Em Portugal, 5,7% dos trabalhadores ativos trabalham por períodos fora das horas diurnas. O setor social e da saúde é pilar numa sociedade próspera, contando com 14,3% dos trabalhadores ativos em Portugal⁴.

Os profissionais de saúde operam frequentemente em turnos de trabalho rotativo, contínuo ou descontínuo, que abrangem os períodos noturnos. Estes profissionais estão expostos à luz artificial durante o período circadiano noturno, trabalhando e alimentando-se neste período e descansando durante o período diurno, ou seja, ocorre uma inversão dos ciclos de sono/vigília e jejum/alimentação, aumentando o risco de desalinhamento circadiano⁵⁻¹⁶.

A presente revisão narrativa tem como objetivos aferir sobre o impacto do trabalho por turnos na alimentação, qualidade do sono e atividade física e identificar estratégias alimentares para promover adaptação circadiana ao trabalho por turnos. A pesquisa bibliográfica de suporte foi realizada recorrendo às bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science.

1. Ritmo circadiano

No ser humano, o sistema circadiano é composto por um relógio central, localizado ao nível do núcleo supraquiasmático no hipotálamo^{1,3,17-19} que sincroniza, através de hormonas, metabolitos, sistema nervoso autónomo e temperatura corporal^{5,20}, os relógios periféricos localizados noutras regiões cerebrais e na maioria dos tecidos corporais^{3,19,21-24}.

A luz é o principal sincronizador do relógio central. Os ciclos de luz/ausência de luz são detetados pelas células ganglionares da retina intrinsecamente fotossensíveis (ipRGCs) e esta informação é transmitida diretamente para o relógio central^{22,25-30}. Por sua vez, os ciclos de jejum/alimentação e a atividade física contribuem para a regulação dos relógios periféricos que controlam os processos fisiológicos locais, nomeadamente a homeostasia da glicose e dos lípidos, a resposta imunológica e o sistema digestivo^{2,20}.

Este sistema circadiano é responsável por regular processos biológicos, funções fisiológicas condicionando comportamentos, nomeadamente ciclos de sono/vigília, jejum/alimentação, catabolismo/anabolismo, temperatura corporal e funções endócrinas como a secreção de melatonina e cortisol^{17,19,22,25,31-33}. Assim, num ritmo circadiano sincronizado

verifica-se que a secreção de melatonina se inicia ao fim da tarde, atingindo o seu pico a meio da noite e diminui lentamente até atingir níveis mais baixos de manhã. Relativamente ao cortisol, atinge-se um pico de cortisol habitualmente próximo do despertar e a concentração mais baixa surge nas primeiras horas de sono noturno. A temperatura corporal atinge o seu mínimo uma a duas horas antes da hora de acordar e o seu pico máximo uma a duas horas antes da hora habitual de deitar. A tolerância à glicose é superior durante o dia, comparativamente com o período noturno^{31,34}. Adicionalmente verifica-se que a termogénese induzida pelos alimentos é superior durante o período matutino e inferior durante o noturno^{2,35}.

Os processos circadianos promovem, durante a noite, o sono e o jejum e durante o dia, a atividade física e a alimentação com otimização dos processos metabólicos, como gasto energético, secreção de insulina e síntese de colesterol e de glicogénio^{12,36-37}.

2. Trabalho por turnos e desalinhamento circadiano

O avanço progressivo das sociedades modernas, nomeadamente a luz artificial, trouxe grandes alterações incluindo nas atividades profissionais. O ser humano tem contornado o ciclo natural de dia/noite e os ritmos circadianos têm sido condicionados por disruptores externos, nomeadamente luz artificial, disponibilidade alimentar contínua, alterações no ciclo de vigília/sono provocadas pela vida profissional e social e o momento da ingestão alimentar^{3,5,17,38}. Estes disruptores provocam uma dessincronização entre o relógio central e os relógios periféricos, designado desalinhamento circadiano ou crono-disrupção⁵⁻¹⁴.

Os profissionais de saúde atuam frequentemente em turnos de trabalho que envolvem o período circadiano noturno, o que aumenta o risco de desalinhamento circadiano^{5,12}. Apesar de ser reportado que pode haver uma adaptação circadiana completa, esta apenas ocorre numa minoria de trabalhadores³⁴.

Nos trabalhadores por turnos há ausência de sincronização entre as concentrações de cortisol e melatonina e o horário de trabalho noturno, verificando-se a manutenção do pico de cortisol e melatonina nas primeiras horas da manhã e à noite, respetivamente^{22,34,39-40}. A longo prazo, este horário de trabalho associa-se a um aumento da secreção de hormonas de *stress*, como o cortisol, e uma diminuição da melatonina^{9,41-44}.

O desalinhamento circadiano afeta a regulação pelo sistema nervoso autónomo, altera o metabolismo da glicose e dos lípidos, associa-se ao *stress* oxidativo e inflamação, aumentando o risco de aterosclerose, dislipidemia e resistência à insulina^{41,45-48}. Comparativamente com os restantes trabalhadores, os que realizam turnos noturnos têm um elevado risco de desenvolver doenças crónicas, como obesidade, diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), doença cardiovascular,

síndrome metabólica, doenças gastrointestinais, cancro e doenças psicológicas, nomeadamente ansiedade, depressão e ideação suicida^{22,34,45,49-59}.

O sono é um estado fisiológico complexo, que envolve um conjunto de processos biológicos que são essenciais à sobrevivência. É um processo multifuncional que influencia uma série de funções fisiológicas e bioquímicas⁶⁰. Os trabalhadores por turnos têm padrões de sono de baixa qualidade e curta duração, sendo frequente a existência de sintomas como insónia e sonolência excessiva^{22,61-66}. Os profissionais que realizam turnos noturnos iniciam o sono próximo do mínimo de temperatura corporal e quando os níveis de melatonina se encontram baixos, o que se associa a uma curta duração do período de descanso. Assim, o sono diurno neste tipo de profissionais varia tipicamente entre quatro e seis horas^{22,34,63,67-68}.

A privação de sono tem sido associada a um aumento da secreção de grelina e diminuição de leptina, promovendo um aumento da ingestão energética associada à diminuição da saciedade⁶⁹⁻⁷⁰. Além disso, esta privação relaciona-se com um aumento da atividade de regiões cerebrais envolvidas na perceção de recompensa em resposta aos alimentos, o que promove uma maior apetência por alimentos energeticamente densos^{1,71-72}. Com a diminuição do período de sono verifica-se um aumento do tempo disponível para ingerir alimentos, podendo realizar-se *snacks* ou refeições adicionais^{69,73}.

Este padrão de sono restrito associa-se a um elevado índice de massa corporal (IMC), menor qualidade alimentar, aumento do risco de resistência à insulina, DM2 e síndrome metabólica^{61,74-75}.

O trabalho por turnos diminui o tempo disponível para a prática de exercício físico, tendo sido reportado, por estes trabalhadores, uma grande dificuldade em manter esta prática devido à falta de tempo e motivação, cansaço e incapacidade de conjugar a prática de atividade física com as atividades familiares e domésticas^{22,34,98-100}.

Apesar de alguns estudos reportarem que trabalhadores por turnos apresentam uma maior atividade física durante o horário de trabalho, o “paradoxo da atividade física” afirma que o aumento da atividade física devido à atividade profissional pode não trazer benefícios para a saúde^{49,101-102}.

3. Crononutrição e trabalho por turnos

Com o aumento do conhecimento sobre o ritmo circadiano surge o termo crononutrição. A crononutrição vem valorizar o momento em que se realizam as refeições, dado que a ingestão nutricional deve respeitar o relógio biológico, uma vez que ocorrem diferentes alterações metabólicas ao longo do dia^{31,76-78}. Os trabalhadores por turnos ingerem uma parte significativa dos alimentos durante a noite. Este comportamento alimentar poderá levar a alterações na

secreção das hormonas metabólicas, verificando-se uma diminuição do aumento noturno da leptina, alterações ao nível da insulina, grelina e cortisol e inversão da glicemia durante as 24 horas diárias⁷⁹⁻⁸⁰.

Relativamente à qualidade alimentar, estes profissionais ingerem mais alimentos ricos em ácidos gordos saturados, refrigerantes, cafeína e bebidas alcoólicas e têm uma menor ingestão de hortofrutícolas^{12,81-88}, salientando-se a utilização de métodos de confeção com elevado teor de lípidos^{82,87-88}. Isto condiciona a tendência para um maior aporte de lípidos total e um menor aporte de proteína e glícidos.

Relativamente à ingestão energética diária, a literatura é controversa, não verificando alguns autores diferenças significativas entre trabalhadores com turnos noturnos e os restantes trabalhadores, mas esta diferença torna-se significativa quando os turnos são rotativos, com maior consumo nestes últimos^{12,82,89-90}. Estão também reportados nestes profissionais hábitos tabágicos que impactam negativamente a sua saúde⁹¹⁻⁹².

Comparativamente com indivíduos com trabalho diurno, trabalhadores por turnos rotativos apresentam um padrão alimentar mais irregular e com um maior número de refeições diárias^{12,93-94}.

Este padrão alimentar mais desregulado tem-se associado positivamente ao excesso de peso, obesidade, dificuldades na perda de peso, hipertrigliceridemia, hiperglicemia, DM2, hipertensão arterial e síndrome metabólico^{5,34,81,95-97}.

É importante promover a adaptação circadiana ao trabalho por turnos, uma vez que se verifica que a adaptação circadiana completa apenas ocorre numa minoria dos trabalhadores^{34,103-108}. A manipulação dos fatores que poderão favorecer esta adaptação torna-se fundamental, permitindo diminuir complicações em saúde e melhorar o desempenho dos profissionais. Descrevem-se seguidamente algumas abordagens dietéticas que explanam a mais recente evidência na temática.

Jejum noturno

Dado o reconhecimento da alimentação em período noturno como um importante dessincronizador e a dificuldade em evitar a exposição à luz artificial durante esse período tem-se proposto limitar o consumo alimentar ao período diurno para diminuir o desalinhamento circadiano característico do trabalho por turnos. O jejum noturno demonstrou ser praticável em alguns estudos, associando-se à diminuição do risco de doenças metabólicas e risco cardiovascular, melhoria da qualidade de vida, da tolerância e metabolismo da glicose, glicemia pós-prandial, insulinemia e HOMA-IR, melhoria na microbiota intestinal, perda ponderal e diminuição dos sintomas gastrointestinais, nomeadamente distensão abdominal. Em

contrapartida, o jejum durante o turno noturno associou-se a um aumento de dor epigástrica, sobretudo próximo das quatro horas da manhã, aumento da percepção de fome, ausência de melhoria no tempo e eficiência de sono e, controversamente, em alguns estudos com amostras pequenas, não se verificaram melhorias na glicemia em jejum, insulinemia, HOMA-IR e glicemia pós-prandial¹⁰³⁻¹⁰⁸.

Volume e horário das refeições

O consumo de refeições com elevado aporte energético imediatamente antes de dormir pode potencializar a dessincronização do ritmo circadiano. No entanto, um intervalo entre a refeição pós-turno e o momento de dormir apresentou uma associação inversa com a qualidade do sono subjetiva, enquanto o aporte energético demonstrou ter uma associação positiva. Verifica-se uma associação inversa entre o período que medeia a refeição pós-turno e o momento de dormir e o risco de distúrbios do sono, e uma relação em forma de «U» entre o aporte energético e o risco de distúrbios do sono, verificando-se um risco menor para um aporte de cerca de 523kcal, contrariamente ao verificado em situações onde há uma sincronização do ritmo circadiano(109). Assim, durante o turno noturno, a ingestão de pequenas refeições com baixo contributo energético parece ser a opção mais adequada para fornecer energia, providenciar a sensação hedônica associada aos alimentos e potencializar o estado de alerta, comparativamente com refeições que fornecem cerca de 30% das necessidades energéticas diárias^{105,107}.

Número de refeições

O período pós-prandial tem sido associado transitoriamente a tempos de reação mais rápidos, maior estado de alerta e melhor desempenho, verificando-se uma deterioração do desempenho e aumento da sonolência três a quatro horas após uma refeição. Contudo, este efeito cognitivo da ingestão alimentar depende do momento dia, associando-se a elevada ingestão a uma deterioração do estado de alerta, já reduzido durante a noite^{107,110}.

O número de refeições durante a noite foi associado positivamente aos níveis de alerta, tendo o número de ingestões ocasionais sido associado inversamente ao tempo de reação e número de lapsos de memória. Por outro lado, alguns autores reportaram que nestes últimos o índice glicémico das refeições tem um impacto mais importante que o número de refeições realizadas. Além disso, o aumento do número de refeições não se associou ao aumento de sintomas gastrointestinais, verificando-se inclusive uma redução dos episódios de pirose e promoção de diminuição significativa da sensação de fome durante o turno, tendo a realização de três pequenas refeições diminuído a sensação de fome pós-turno^{107,111}.

Composição das refeições

A glicose é o substrato energético preferencial do organismo humano; no entanto, a ingestão de glícidos promove alterações metabólicas que estão por si só exacerbadas durante a noite. Em contraste, a ingestão proteica tem menor impacto na glicemia¹¹².

A inclusão de proteína na refeição antes de dormir tem sido positivamente associada à qualidade do sono, nomeadamente eficiência do sono pós-turno. Durante o turno, a ingestão proteica aparenta ter menos impacto negativo no estado de alerta comparativamente com o consumo de lípidos e glícidos. A ingestão de refeições ricas em lípidos durante o turno foi associada a uma diminuição do estado de alerta uma hora após a ingestão, mas também a uma melhoria da vigília duas a três horas após o consumo. No que concerne ao consumo de glícidos, o oposto foi demonstrado: verificou-se uma melhoria no estado de alerta a curto prazo após a sua ingestão^{109,113}.

Quando analisada a composição nutricional, a ingestão de uma refeição com elevado aporte proteico e baixo aporte em glícidos associou-se a baixos níveis glicémicos pós-prandiais, mas não demonstrou impacto na resposta metabólica desencadeada pela refeição seguinte. No entanto, ao contrário do esperado, a ingestão de refeições ricas em proteína e um aporte moderado de glícidos não melhorou a sensação de fome e a saciedade pós-turno^{111,113}.

Estes achados não nos permitem com segurança estabelecer recomendações nutricionais mais específicas sobre a composição das refeições noturnas.

Consumo de cafeína

O consumo de cafeína tem sido associado a alguns sintomas gastrointestinais, nomeadamente distensão abdominal e pirose. Um maior consumo de cafeína associou-se a maior tempo de reação, pior estado de alerta e maior número de lapsos de memória, levantando-se, contudo, a possibilidade de existir uma causalidade inversa, uma vez que os trabalhadores que estão mais cansados são os que ingerem maior quantidade de bebidas ricas em cafeína^{107,113}.

4. Recomendações para trabalhadores por turnos

Apesar do exposto, talvez porque a evidência científica é ainda pouco robusta, as recomendações existentes para estes trabalhadores são muito genéricas. Estas recomendações abordam o padrão alimentar, salientando a necessidade de manter um padrão alimentar regular e a maioria recomenda a realização de uma refeição principal antes do turno noturno e após o sono diurno, não sendo abordadas porções. A qualidade alimentar é alvo de algum foco, destacando a importância do aporte proteico e de fruta nos *snacks* e a necessidade de evicção

de *snacks* ricos em açúcares simples. No que concerne ao aporte de cafeína recomenda-se uma redução ou até evicção do seu consumo. É ainda abordado o aporte hídrico, advertindo para a importância da ingestão de água e bebidas não açucaradas, com algumas recomendações para a redução da ingestão de líquidos antes da hora de dormir para evitar distúrbios do sono. Além desta falta de especificidade, algumas recomendações entram em contradição. Em termos de janela temporal para realizar as refeições, algumas restringem a ingestão entre a meia-noite e as seis horas da manhã, enquanto outras identificam a uma da manhã como o horário limite para ingestão de alimentos. No que diz respeito à qualidade alimentar, embora possa existir uma relação, não há consenso quanto ao tipo de glícidos a incluir: algumas recomendações valorizam o aporte de fibra, outras o índice glicémico¹¹⁴.

5. Estudo CRO-NutS

No âmbito desta temática, desenvolveu-se o estudo CRO-NutS, financiado pelo Instituto Politécnico de Lisboa (IPL/IDI&CA2024/CRO-NutS_ESTeSL) – um estudo multicêntrico envolvendo um hospital público da Grande Lisboa. Este projeto de investigação envolveu a quantificação da luz artificial, a caracterização do cronotipo (em particular, a quantificação da melatonina), do padrão de sono e padrão alimentar de profissionais de saúde que trabalham por turnos. O CRO-NutS teve como objetivos avaliar a relação entre o cronotipo e o padrão alimentar e de sono, o estado nutricional, o balanço energético e a atividade física em profissionais de saúde que trabalham por turnos. Pretendeu, deste modo, desenvolver estratégias nutricionais específicas de acordo com o seu padrão alimentar e necessidades energéticas para uma adequada gestão do peso e composição corporal adaptada aos ritmos circadianos, bem como estratégias para redução dos riscos da exposição à luz artificial e promoção de um padrão de sono mais reparador. No âmbito deste projeto de investigação, e após a auscultação dos profissionais de saúde, desenvolveu-se um *e-book* com estratégias de mitigação do impacto negativo desta rotina profissional (<http://hdl.handle.net/10400.21/22347>).

Conclusão

As alterações do ritmo circadiano parecem ser o maior motivo por detrás do aumento de riscos para a saúde em trabalhadores por turnos rotativos. Estes horários expõem-nos a fatores de risco para a saúde, nomeadamente inadequados padrões alimentares, de sono e atividade física, que se relacionam com o desalinhamento circadiano. A adaptação circadiana ao trabalho por turnos é importante e a alimentação pode ter um papel fundamental como potencial sincronizador. Para além das recomendações nutricionais mais gerais desenvolvidas

para este grupo, a realização de pequenas e múltiplas refeições ao longo do turno, equilibradas do ponto de vista de macronutrientes ou com maior aporte proteico ou até a realização de jejum noturno, são potenciais estratégias a implementar. No entanto, estas recomendações têm por base estudos com tamanhos amostrais limitados e resultados contraditórios, pelo que se salienta a necessidade da realização de estudos mais robustos. Apesar de existir uma elevada quantidade de recomendações de higiene do sono, atividade física e alimentação para os trabalhadores por turnos, estas também não refletem a evidência científica obtida nos estudos mais recentes. Torna-se imperativo aprofundar e consolidar os mais recentes conhecimentos no impacto da composição nutricional e distribuição das refeições, de modo que possam ser incluídas nas recomendações alimentares para estes profissionais.

A adoção de estratégias dirigidas para a adaptação da alimentação a um melhor controlo metabólico será um passo importante para diminuir as discrepâncias em saúde entre trabalhadores diurnos e noturnos.

Contributo dos autores. Conceptualização, ZS e ACM; metodologia, ZS, MPG, LM, PAN e ACM; recursos, CB, CG, JB, ALS, PC e BP; curadoria de dados, ABP e ACM; redação do draft original, ABP; redação, revisão e validação do texto final, ZS, LM e ACM; supervisão, ACM.

Referências bibliográficas

1. Potter GD, Skene DJ, Arendt J, Cade JE, Grant PJ, Hardie LJ. Circadian rhythm and sleep disruption: causes, metabolic consequences, and countermeasures. *Endocr Rev.* 2016;37(6):584-608.
2. Oike H, Oishi K, Kobori M. Nutrients, clock genes, and chrononutrition. *Curr Nutr Rep.* 2014;3(3):204-12.
3. Almoosawi S, Vingeliene S, Gachon F, Voortman T, Palla L, Johnston JD, et al. Chronotype: implications for epidemiologic studies on chrono-nutrition and cardiometabolic health. *Adv Nutr.* 2019;10(1):30-42.
4. EUROSTAT. Employed persons working at nights as a percentage of the total employment, by sex, age and professional status: % of total employment [homepage]. Luxembourg: EUROSTAT; 2024 [updated 2025 Sep 11; cited 2024 Jun 13]. Available from: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfsa_ewpnig\\$defaultview/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfsa_ewpnig$defaultview/default/table?lang=en)
5. Schrader LA, Ronnekleiv-Kelly SM, Hogenesch JB, Bradfield CA, Malecki KM. Circadian disruption, clock genes, and metabolic health. *J Clin Invest.* 2024;134(14):e170998.

6. Folkard S. Do permanent night workers show circadian adjustment? A review based on the endogenous melatonin rhythm. *Chronobiol Int.* 2008;25(2):215-24.
7. Axelsson J, Akerstedt T, Kecklund G, Lowden A. Tolerance to shift work: how does it relate to sleep and wakefulness? *Int Arch Occup Environ Health.* 2004;77(2):121-9.
8. Arendt J. Shift work: coping with the biological clock. *Occup Med (Lond).* 2010;60(1):10-20.
9. Leung M, Tranmer J, Hung E, Korsiak J, Day AG, Aronson KJ. Shift work, chronotype, and melatonin patterns among female hospital employees on day and night shifts. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2016;25(5):830-8.
10. Jung H, Dan H, Pang Y, Kim B, Jeong H, Lee JE, et al. Association between dietary habits, shift work, and the metabolic syndrome: the Korea nurses' health study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(20):7697.
11. Razavi P, Devore EE, Bajaj A, Lockley SW, Figueiro MG, Ricchiuti V, et al. Shift work, chronotype, and melatonin rhythm in nurses. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2019;28(7):1177-86.
12. Clark AB, Coates AM, Davidson ZE, Bonham MP. Dietary patterns under the influence of rotational shift work schedules: a systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr.* 2023;14(2):295-316.
13. Boivin DB, James FO. Circadian adaptation to night-shift work by judicious light and darkness exposure. *J Biol Rhythms.* 2002;17(6):556-67.
14. Boudreau P, Dumont GA, Boivin DB. Circadian adaptation to night shift work influences sleep, performance, mood and the autonomic modulation of the heart. *PLoS One.* 2013;8(7):e70813.
15. Skene DJ, Skorniyakov E, Chowdhury NR, Gajula RP, Middleton B, Satterfield BC, et al. Separation of circadian- and behavior-driven metabolite rhythms in humans provides a window on peripheral oscillators and metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115(30):7825-30.
16. Kervezee L, Cermakian N, Boivin DB. Individual metabolomic signatures of circadian misalignment during simulated night shifts in humans. *PLoS Biol.* 2019;17(6):e3000303.
17. Lotti S, Pagliai G, Colombini B, Sofi F, Dinu M. Chronotype differences in energy intake, cardiometabolic risk parameters, cancer, and depression: a systematic review with meta-analysis of observational studies. *Adv Nutr.* 2022;13(1):269-81.
18. Roenneberg T, Merrow M. The circadian clock and human health. *Curr Biol.* 2016;26(10):R432-43.

19. Mohawk JA, Green CB, Takahashi JS. Central and peripheral circadian clocks in mammals. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:445-62.
20. Patke A, Young MW, Axelrod S. Molecular mechanisms and physiological importance of circadian rhythms. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2020;21(2):67-84.
21. Romo-Nava F, Guerdjikova AI, Mori NN, Scheer FA, Burgess HJ, McNamara RK, et al. A matter of time: a systematic scoping review on a potential role of the circadian system in binge eating behavior. *Front Nutr.* 2022;9:978412.
22. 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.
23. Scheer FA, Morris CJ, Shea SA. The internal circadian clock increases hunger and appetite in the evening independent of food intake and other behaviors. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21(3):421-3.
24. Mason IC, Qian J, Adler GK, Scheer FA. Impact of circadian disruption on glucose metabolism: implications for type 2 diabetes. *Diabetologia.* 2020;63(3):462-72.
25. Tähkämö L, Partonen T, Pesonen AK. Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm. *Chronobiol Int.* 2019;36(2):151-70.
26. Hannibal J, Hindersson P, Ostergaard J, Georg B, Heegaard S, Larsen PJ, et al. Melanopsin is expressed in PACAP-containing retinal ganglion cells of the human retinohypothalamic tract. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(11):4202-9.
27. Panda S, Sato TK, Castrucci AM, Rollag MD, DeGrip WJ, Hogenesch JB, et al. Melanopsin (Opn4) requirement for normal light-induced circadian phase shifting. *Science.* 2002;298(5601):2213-6.
28. Provencio I, Rodriguez IR, Jiang G, Hayes WP, Moreira EF, Rollag MD. A novel human opsin in the inner retina. *J Neurosci.* 2000;20(2):600-5.
29. Berson DM, Dunn FA, Takao M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science.* 2002;295(5557):1070-3.
30. Ruby NF, Brennan TJ, Xie X, Cao V, Franken P, Heller HC, et al. Role of melanopsin in circadian responses to light. *Science.* 2002;298(5601):2211-3.
31. Franzago M, Alessandrelli E, Notarangelo S, Stuppia L, Vitacolonna E. Chrono-nutrition: circadian rhythm and personalized nutrition. *Int J Mol Sci.* 2023;24(3):2571.
32. Ramin C, Devore EE, Pierre-Paul J, Duffy JF, Hankinson SE, Schernhammer ES. Chronotype and breast cancer risk in a cohort of US nurses. *Chronobiol Int.* 2013;30(9):1181-6.
33. Tan X, Ciuculete DM, Schiöth HB, Benedict C. Associations between chronotype, MTNR1B genotype and risk of type 2 diabetes in UK Biobank. *J Intern Med.* 2020;287(2):189-96.

34. Boivin DB, Boudreau P. Impacts of shift work on sleep and circadian rhythms. *Pathol Biol (Paris)*. 2014;62(5):292-301.
35. Romon M, Edme JL, Boulenguez C, Lescroart JL, Frimat P. Circadian variation of diet-induced thermogenesis. *Am J Clin Nutr*. 1993;57(4):476-80.
36. Poggiogalle E, Jamshed H, Peterson CM. Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism*. 2018;84:11-27.
37. Borbély AA, Daan S, Wirz-Justice A, Deboer T. The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *J Sleep Res*. 2016;25(2):131-43.
38. Erren TC, Reiter RJ. Defining chronodisruption. *J Pineal Res*. 2009;46(3):245-7.
39. Mirick DK, Bhatti P, Chen C, Nordt F, Stanczyk FZ, Davis S. Night shift work and levels of 6-sulfatoxymelatonin and cortisol in men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2013;22(6):1079-87.
40. Dijk DJ, Duffy JF, Silva EJ, Shanahan TL, Boivin DB, Czeisler CA. Amplitude reduction and phase shifts of melatonin, cortisol and other circadian rhythms after a gradual advance of sleep and light exposure in humans. *PLoS One*. 2012;7(2):e30037.
41. Hanif A, Okafor DK, Katyal G, Kaur G, Ashraf H, Bodapati A, et al. Shifting rhythms: a systematic review exploring the multifaceted effects of shift work and circadian disruption on employee cardiovascular health. *Cureus*. 2024;16(10):e71003.
42. Ulh a MA, Marqueze EC, Burgos LG, Moreno CR. Shift work and endocrine disorders. *Int J Endocrinol*. 2015;2015:826249.
43. Cannizzaro E, Cirrincione L, Mazzucco W, Scorciapino A, Catalano C, Ramaci T, et al. Night-time shift work and related stress responses: a study on security guards. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(2):562.
44. Manenschijn L, van Kruysbergen RG, de Jong FH, Koper JW, van Rossum EF. Shift work at young age is associated with elevated long-term cortisol levels and body mass index. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(11):E1862-5.
45. Torquati L, Mielke GI, Brown WJ, Kolbe-Alexander T. Shift work and the risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis including dose-response relationship. *Scand J Work Environ Health*. 2018;44(3):229-38.
46. Scheer FA, Hilton MF, Mantzoros CS, Shea SA. Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2009;106(11):4453-8.
47. Puttonen S, H rm  M, Hublin C. Shift work and cardiovascular disease: pathways from circadian stress to morbidity. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(2):96-108.

48. Bhatti P, Mirick DK, Randolph TW, Gong J, Buchanan DT, Zhang JJ, et al. Oxidative DNA damage during sleep periods among nightshift workers. *Occup Environ Med.* 2016;73(8):537-44.
49. Monnaatsie M, Biddle SJ, Khan S, Kolbe-Alexander T. Physical activity and sedentary behaviour in shift and non-shift workers: a systematic review and meta-analysis. *Prev Med Rep.* 2021;24:101597.
50. Yang X, Di W, Zeng Y, Liu D, Han M, Qie R, et al. Association between shift work and risk of metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021;31(10):2792-9.
51. Sooriyaarachchi P, Jayawardena R, Pavey T, King NA. Shift work and the risk for metabolic syndrome among healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2022;23(10):e13489.
52. Biggi N, Consonni D, Galluzzo V, Sogliani M, Costa G. Metabolic syndrome in permanent night workers. *Chronobiol Int.* 2008;25(2):443-54.
53. Hansen J. Night shift work and risk of breast cancer. *Curr Environ Health Rep.* 2017;4(3):325-39.
54. Davis S, Mirick DK. Circadian disruption, shift work and the risk of cancer: a summary of the evidence and studies in Seattle. *Cancer Causes Control.* 2006;17(4):539-45.
55. Antunes LC, Levandovski R, Dantas G, Caumo W, Hidalgo MP. Obesity and shift work: chronobiological aspects. *Nutr Res Rev.* 2010;23(1):155-68.
56. Hulsege G, van Mechelen W, Paagman H, Proper KI, Anema JR. The moderating role of lifestyle, age, and years working in shifts in the relationship between shift work and being overweight. *Int Arch Occup Environ Health.* 2020;93(6):697-705.
57. Vetter C, Dashti HS, Lane JM, Anderson SG, Schernhammer ES, Rutter MK, et al. Night shift work, genetic risk, and type 2 diabetes in the UK biobank. *Diabetes Care.* 2018;41(4):762-9.
58. Gao Y, Gan T, Jiang L, Yu L, Tang D, Wang Y, et al. Association between shift work and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Chronobiol Int.* 2020;37(1):29-46.
59. Petrie K, Crawford J, LaMontagne AD, Milner A, Dean J, Veness BG, et al. Working hours, common mental disorder and suicidal ideation among junior doctors in Australia: a cross-sectional survey. *BMJ Open.* 2020;10(1):e033525.
60. Zielinski MR, McKenna JT, McCarley RW. Functions and mechanisms of sleep. *AIMS Neurosci.* 2016;3(1):67-104.

61. Rosa D, Terzoni S, Dellafiore F, Destrebecq A. Systematic review of shift work and nurses' health. *Occup Med (Lond)*. 2019;69(4):237-43.
62. Sateia MJ. International Classification of Sleep Disorders, 3rd edition: highlights and modifications. *Chest*. 2014;146(5):1387-94.
63. Kecklund G, Axelsson J. Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*. 2016;355:i5210.
64. Wyse CA, Celis Morales CA, Graham N, Fan Y, Ward J, Curtis AM, et al. Adverse metabolic and mental health outcomes associated with shiftwork in a population-based study of 277,168 workers in UK biobank. *Ann Med*. 2017;49(5):411-20.
65. Yong LC, Li J, Calvert GM. Sleep-related problems in the US working population: prevalence and association with shiftwork status. *Occup Environ Med*. 2017;74(2):93-104.
66. Moreno CR, Marqueze EC, Sargent C, Wright Jr KP, Ferguson SA, Tucker P. Working Time Society consensus statements: evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Ind Health*. 2019;57(2):139-57.
67. Akerstedt T, Wright KP Jr. Sleep loss and fatigue in shift work and shift work disorder. *Sleep Med Clin*. 2009;4(2):257-71.
68. Czeisler CA, Buxton OM, Khalsa SB. The human circadian timing system and sleep-wake regulation. In: Kryger MH, Toth T, Dement WC, editors. *Principles and practice of sleep medicine*. Elsevier; 2005. p. 375-94. ISBN 9780721607979
69. Teixeira GP, Guimarães KC, Soares AG, Marqueze EC, Moreno CR, Mota MC, et al. Role of chronotype in dietary intake, meal timing, and obesity: a systematic review. *Nutr Rev*. 2022;81(1):75-90.
70. Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med*. 2004;1(3):e62.
71. St-Onge MP, McReynolds A, Trivedi ZB, Roberts AL, Sy M, Hirsch J. Sleep restriction leads to increased activation of brain regions sensitive to food stimuli. *Am J Clin Nutr*. 2012;95(4):818-24.
72. Mehta S, Melhorn SJ, Smeraglio A, Tyagi V, Grabowski T, Schwartz MW, et al. Regional brain response to visual food cues is a marker of satiety that predicts food choice. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(5):989-99.
73. Castro JM. The time of day and the proportions of macronutrients eaten are related to total daily food intake. *Br J Nutr*. 2007;98(5):1077-83.

74. Lin KC, Huang CC, Wu CC. Association between stress at work and primary headache among nursing staff in Taiwan. *Headache*. 2007;47(4):576-84.
75. Pietroiusti A, Neri A, Somma G, Coppeta L, Iavicoli I, Bergamaschi A, et al. Incidence of metabolic syndrome among night-shift healthcare workers. *Occup Environ Med*. 2010;67(1):54-7.
76. Tarquini R, Mazzocchi G. Clock genes, metabolism, and cardiovascular risk. *Heart Fail Clin*. 2017;13(4):645-55.
77. Thomas EA, Zaman A, Cornier MA, Catenacci VA, Tussey EJ, Grau L, et al. Later meal and sleep timing predicts higher percent body fat. *Nutrients*. 2020;13(1):73.
78. Dashti HS, Gómez-Abellán P, Qian J, Esteban A, Morales E, Scheer FA, et al. Late eating is associated with cardiometabolic risk traits, obesogenic behaviors, and impaired weight loss. *Am J Clin Nutr*. 2021;113(1):154-61.
79. Huang W, Ramsey KM, Marcheva B, Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism. *J Clin Invest*. 2011;121(6):2133-41.
80. Goel N, Stunkard AJ, Rogers NL, Van Dongen HP, Allison KC, O'Reardon JP, et al. Circadian rhythm profiles in women with night eating syndrome. *J Biol Rhythms*. 2009;24(1):85-94.
81. Souza RV, Sarmiento RA, de Almeida JC, Canuto R. The effect of shift work on eating habits: a systematic review. *Scand J Work Environ Health*. 2019;45(1):7-21.
82. Morikawa Y, Miura K, Sasaki S, Yoshita K, Yoneyama S, Sakurai M, et al. Evaluation of the effects of shift work on nutrient intake: a cross-sectional study. *J Occup Health*. 2008;50(3):270-8.
83. Wirth MD, Burch J, Shivappa N, Steck SE, Hurley TG, Vena JE, et al. Dietary inflammatory index scores differ by shift work status: NHANES 2005 to 2010. *J Occup Environ Med*. 2014;56(2):145-8.
84. Van de Langenberg D, Vlaanderen JJ, Dollé MET, Rookus MA, van Kerkhof LWM, Vermeulen RCH. Diet, physical activity, and daylight exposure patterns in night-shift workers and day workers. *Ann Work Expo Health*. 2019;63(1):9-21.
85. Peplowska B, Nowak P, Trafalska E. The association between night shift work and nutrition patterns among nurses: a literature review. *Med Pr*. 2019;70(3):363-76.
86. Hemiö K, Puttonen S, Viitasalo K, Härmä M, Peltonen M, Lindström J. Food and nutrient intake among workers with different shift systems. *Occup Environ Med*. 2015;72(7):513-20.
87. Tada Y, Kawano Y, Maeda I, Yoshizaki T, Sunami A, Yokoyama Y, et al. Association of body mass index with lifestyle and rotating shift work in Japanese female nurses. *Obesity (Silver Spring)*. 2014;22(12):2489-93.

88. Yoshizaki T, Komatsu T, Tada Y, Hida A, Kawano Y, Togo F. Association of habitual dietary intake with morningness-eveningness and rotating shift work in Japanese female nurses. *Chronobiol Int.* 2018;35(3):392-404.
89. Cayanan EA, Eyre NA, Lao V, Comas M, Hoyos CM, Marshall NS, et al. Is 24-hour energy intake greater during night shift compared to non-night shift patterns? A systematic review. *Chronobiol Int.* 2019;36(12):1599-612.
90. Bonham MP, Bonnell EK, Huggins CE. Energy intake of shift workers compared to fixed day workers: a systematic review and meta-analysis. *Chronobiol Int.* 2016;33(8):1086-100.
91. Van Amelsvoort LG, Jansen NW, Kant I. Smoking among shift workers: more than a confounding factor. *Chronobiol Int.* 2006;23(6):1105-13.
92. Ramin C, Devore EE, Wang W, Pierre-Paul J, Wegrzyn LR, Schernhammer ES. Night shift work at specific age ranges and chronic disease risk factors. *Occup Environ Med.* 2015;72(2):100-7.
93. Han K, Choi-Kwon S, Kim KS. Poor dietary behaviors among hospital nurses in Seoul, South Korea. *Appl Nurs Res.* 2016;30:38-44.
94. Esquirol Y, Bongard V, Mabile L, Jonnier B, Soulat JM, Perret B. Shift work and metabolic syndrome: respective impacts of job strain, physical activity, and dietary rhythms. *Chronobiol Int.* 2009;26(3):544-59.
95. Garaulet M, Gómez-Abellán P. Timing of food intake and obesity: a novel association. *Physiol Behav.* 2014;134:44-50.
96. Richelsen B. Sugar-sweetened beverages and cardio-metabolic disease risks. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2013;16(4):478-84.
97. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120(16):1640-5.
98. Łagowska K, Kuleta-Koberska A, Michalak M, Bajerska J. The effect of shift work on body mass index: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Am J Hum Biol.* 2024;36(6):e24041.
99. Samhat Z, Attieh R, Sacre Y. Relationship between night shift work, eating habits and BMI among nurses in Lebanon. *BMC Nurs.* 2020;19:25.
100. Persson M, Mårtensson J. Situations influencing habits in diet and exercise among nurses working night shift. *J Nurs Manag.* 2006;14(5):414-23.

101. Vandelanotte C, Short C, Rockloff M, Di Millia L, Ronan K, Happell B, et al. How do different occupational factors influence total, occupational, and leisure-time physical activity? *J Phys Act Health*. 2015;12(2):200-7.
102. Gupta N, Dencker-Larsen S, Rasmussen CL, McGregor D, Rasmussen CD, Thorsen SV, et al. The physical activity paradox revisited: a prospective study on compositional accelerometer data and long-term sickness absence. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020;17(1):93.
103. Schilperoort M, Rensen PC, Kooijman S. Time for novel strategies to mitigate cardiometabolic risk in shift workers. *Trends Endocrinol Metab*. 2020;31(12):952-64.
104. Koh JY, Tan CY, Li M, Liu MH, Chew HS. The effectiveness of time-restricted eating as an intermittent fasting approach on shift workers' glucose metabolism: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2025;17(10):1689.
105. Marot LP, Lopes TD, Balieiro LC, Crispim CA, Moreno CR. Impact of nighttime food consumption and feasibility of fasting during night work: a narrative review. *Nutrients*. 2023;15(11):2570.
106. Chellappa SL, Gao L, Qian J, Vujovic N, Li P, Hu K, et al. Daytime eating during simulated night work mitigates changes in cardiovascular risk factors: secondary analyses of a randomized controlled trial. *Nat Commun*. 2025;16(1):3186.
107. de Rijk MG, van Eekelen AP, Kaldenberg E, Boesveldt S, Te Woerd W, Holwerda T, et al. The association between eating frequency with alertness and gastrointestinal complaints in nurses during the night shift. *J Sleep Res*. 2021;30(5):e13306.
108. Silva CM, Cunha NB, Mota MC, Marot LP, Teixeira KR, Cunha TM, et al. Effect of consuming a late-night high-protein/moderate-carbohydrate vs. low-protein/high-carbohydrate meal by night workers on their food perceptions later during the day: a randomized crossover study. *Chronobiol Int*. 2020;37(9-10):1392-9. Erratum in: *Chronobiol Int*. 2022;39(5):757-9.
109. Park JH, Park H, Bae S, Kang J. Associations between the timing and nutritional characteristics of bedtime meals and sleep quality for nurses after a rotating night shift: a cross-sectional analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(2):1489.
110. Lowden A, Holmbäck U, Akerstedt T, Forslund J, Lennernäs M, Forslund A. Performance and sleepiness during a 24 h wake in constant conditions are affected by diet. *Biol Psychol*. 2004;65(3):251-63.
111. de Rijk MG, Boesveldt S, Feskens EJ, de Vries JH. The effect of meal frequency and glycemic index during the night shift on alertness, hunger, and gastrointestinal complaints

- in female health care workers: a two-armed randomized crossover trial. *J Nutr.* 2024;154(12):3803-14.
112. Cunha NB, Silva CM, Mota MC, Lima CA, Teixeira KR, Cunha TM, et al. A high-protein meal during a night shift does not improve postprandial metabolic response the following breakfast: a randomized crossover study with night workers. *Nutrients.* 2020;12(7):2071.
113. de Rijk MG, van Eekelen AP, Boesveldt S, Kaldenberg E, Holwerda T, Lansink CJ, et al. Macronutrient intake and alertness during night shifts: the time interval matters. *Front Nutr.* 2023;10:1245420.
114. D'Annibale M, Hornzee N, Whelan M, Guess N, Hall W, Gibson R. Eating on the night shift: a need for evidence-based dietary guidelines? *Nutr Bull.* 2021;46(3):339-49.

Conflito de interesses

Os autores declaram não possuir quaisquer conflitos de interesse.

Artigo recebido em 25.08.2025 e aprovado em 10.10.2025