SCI-CONF.COM.UA

MODERN SCIENCE: TRENDS, CHALLENGES, SOLUTIONS

PROCEEDINGS OF IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE NOVEMBER 13-15, 2025

LIVERPOOL 2025

MODERN SCIENCE: TRENDS, CHALLENGES, SOLUTIONS

Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference

Liverpool, United Kingdom

13-15 November 2025

Liverpool, United Kingdom

2025

UDC 001.1

The 4th International scientific and practical conference "Modern science: trends, challenges, solutions" (November 13-15, 2025) Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2025. 732 p.

ISBN 978-92-9472-191-4

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern science: trends, challenges, solutions. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2025. Pp. 21-27. URL: https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-science-trends-challenges-solutions-13-15-11-2025-liverpul-velikobritaniya-arhiv/.

Editor
Komarytskyy M.L.
Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: liverpool@sci-conf.com.ua

homepage: *https://sci-conf.com.ua*

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

1. ***Ilchuk I., Didar Ye.*** 14
INNOVATIVE APPROACHES TO FORMING THE PROTEIN DIET OF PIGS UNDER CONDITIONS OF SOYBEAN MEAL SHORTAGE
2. ***Podolian O., Nykytiuk Yu.*** 18
TEMPORAL AND SEASONAL DYNAMICS OF WILDFIRES IN UKRAINIAN POLISSIA AND FOREST-STEPPE ZONES
3. ***Задабек Д. К., Изтелиева Р. А., Ахметсадыкова Ш. Н.*** 23
ИНТЕГРАЦИЯ ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМУ ИНСПЕКЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА
4. ***Іжаковський В. В., Малєгіна А. С.*** 31
ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ
5. ***Мельник А. В., Макаренко Я. О., Мельник С. М., Третякова Д. С.*** 35
ФЕНОЛОГІЯ ТА ОСНОВНІ ЗАХОДИ КОНТРОЛЮ БОРОШНИСТОЇ РОСИ QUERCUS ROBUR L. В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ
6. ***Мельниченко В. І., Слаква С. О.*** 38
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ
7. ***Похил О. М., Омельченко О. С., Похил А. В.*** 42
КОЗИНЕ МОЛОКО ЯК ДЖЕРЕЛО БІОАКТИВНИХ ПЕПТИДІВ
8. ***Штанько І. П., Ільїнський Ю. М., Штанько Т. А.*** 58
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ СЕЛЕКЦІЇ ХМЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО: ВИДІЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ ДО ПОСУХИ

MEDICAL SCIENCES

9. ***Helei N. I., Zheliznyak M. M., Helei V. M.*** 65
FEATURES OF CLINICAL MANIFESTATIONS IN PATIENTS DURING COMPLEX TREATMENT OF OROANTRAL COMPOUNDS
10. ***Krykunov O. O., Nikanorov O. K.*** 73
FEATURES OF PHYSICAL THERAPY IN EPILEPSY AND ASSOCIATED NEUROLOGICAL DISORDERS
11. ***Semenenko S. B., Slobodian K. V., Dzhuriak V. S., Chernei N. Ya., Fedorenko E. Yu.*** 76
PHYSIOLOGICAL FEATURES OF AUTISM SPECTRUM DISORDER (LITERATURE REVIEW)

12. ***Semenenko S., Kushnir O.*** 81
COMPARATIVE EVALUATION OF POSTPRANDIAL AND GLUCOSE TOLERANCE TEST RESPONSES IN RATS OF DIFFERENT AGE GROUPS
13. ***Ахраров Х. Х., Ким Е. С., Абитова М. З., Хан Ю. С.*** 83
ФИЗИОЛОГИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ ОРГАНИЗМА
14. ***Ахраров Х. Х., Усмонова Ю., Расулова Н., Абдуллаева И.*** 95
ФИЗИОЛОГИЯ ПСИХИКИ ЧЕЛОВЕКА
15. ***Бодня О. І., Топор В. П., Чуйко Ю. М., Свінарьов Ю.*** 108
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ СТАБІЛЬНОСТІ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПЕРЕЛОМІВ П’ЯТКОВОЇ КІСТКИ
16. ***Брівка К. О., Веснін В. В.*** 118
ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ RAPID INFUSOR (ВИРОБНИК BELMONT) НА СТАБІЛІЗАЦІЙНИХ ПУНКТАХ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ
17. ***Булиніна О. Д., Лапта С. В.*** 122
ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ МОЗКУ ПІД ЧАС СНУ: ЯК ТЕМПЕРАТУРА ВПЛИВАЄ НА ЯКІСТЬ ВІДПОЧИНКУ
18. ***Гапон О. М.*** 136
ДАНІ КЛІНІЧНИХ ТА БІОМЕХАНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСТЕОСИНТЕЗА ТІЛА КЛЮЧИЦІ КОМПРЕСУЮЧИМ СТРИЖНЕМ
19. ***Гутаріна І. В., Шанигін А. В.*** 147
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ СЕРЕД МОЛОДІ: МІФИ ТА РЕАЛЬНІСТЬ
20. ***Демешкіна Л. В.*** 151
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА САМОПОЧУТТЯ ПАЦІЄНТІВ З ЕРОЗИВНО-ВИРАЗКОВИМИ УРАЖЕННЯМИ СТРАВОХОДУ, ШЛУНКУ ТА/АБО ДВАНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ: РЕЗУЛЬТАТИ АНКЕТУВАННЯ
21. ***Калієвська В. О., Шанигін А. В.*** 156
ЕМОЦІЙНЕ ВИГОРАННЯ У СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ: ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ
22. ***Каньовська Л. В., Дзьомбак А. В.*** 160
ВАГІТНІСТЬ І СЕРЦЕВО-СУДИННЕ ЗДОРОВ’Я: НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ КАРДІОЛОГІЇ ТА АКУШЕРСТВА
23. ***Кязимова С. Б., Ткаченко В. Г.*** 165
КОНТАГІОЗНИЙ МОЛЮСК ТА КРИПТОКОКОЗ ШКІРИ: КРИТЕРІЇ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ
24. ***Пустова Н. О., Остроухова К. М., Шаповал Р. О.*** 169
АТОПІЧНИЙ ДЕРМАТИТ: ТЕРАПІЯ ТА СУЧАСНІ ВИКЛИКИ
25. ***Тимофеєв О. О., Максимча С. В., Ухарська О. А., Мірза Р. О.*** 174
НЕІНВАЗИВНИЙ МЕТОД ДІАГНОСТИКИ СКРОНЕВО-НИЖНЬОЩЕЛЕПНОГО СУГЛОБУ ЗДОРОВОЇ ЛЮДИНИ

УДК:612.821.7:612.5

ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ МОЗКУ ПІД ЧАС СНУ: ЯК ТЕМПЕРАТУРА ВПЛИВАЄ НА ЯКІСТЬ ВІДПОЧИНКУ

Булиніна Оксана Дмитрівна,
магістр медицини, старший викладач
Лапта Сніжана Володимирівна,
здобувачка вищої освіти І медичного факультету
Харківський національний медичний університет
м. Харків, Україна

Анотація. У сучасному суспільстві порушення сну набувають характеру епідемії, що негативно впливає на здоров'я та якість життя населення. Стаття присвячена дослідженню ролі терморегуляції мозку в забезпеченні якісного сну. Аналізуються фізіологічні механізми зміни температури тіла та мозку протягом циркадного циклу, їх вплив на архітектуру сну та когнітивні функції. Розглядаються наукові дані щодо зв'язку між порушеннями терморегуляції та розладами сну, включаючи безсоння, синдром обструктивного апное сну та розлади циркадних ритмів. Окрема увага приділяється практичним рекомендаціям щодо оптимізації температурного режиму для покращення якості сну: температура навколишнього середовища, вибір постільної білизни, використання методів охолодження. На основі актуальних досліджень продемонстровано, що підтримка оптимальної температури мозку та тіла є критичним фактором для забезпечення глибокого, відновлювального сну та профілактики пов'язаних із порушеннями сну захворювань.

Ключові слова: терморегуляція, сон, температура мозку, циркадні ритми, якість сну, відновлення організму, фізіологія сну.

Актуальність. Сон є фундаментальною біологічною потребою, що забезпечує відновлення фізичних та психічних функцій організму. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, до 40% населення розвинених країн

страждають на різні форми порушень сну, що призводить до зниження продуктивності, підвищення ризику хронічних захворювань та погіршення якості життя [1].

Терморегуляція є одним із ключових фізіологічних процесів, що тісно пов'язаний із циклом сон-неспання. Внутрішня температура організму підпорядковується циркадним ритмам і досягає мінімуму в нічні години, що сприяє засинанню та підтримці глибоких стадій відпочинку [2]. Мозок, як орган з високою метаболічною активністю, особливо чутливий до температурних змін, які безпосередньо впливають на його функціональний стан [3].

Дослідження останніх років демонструють, що порушення термогомеостазу можуть бути як причиною, так і наслідком розладів сну. Наприклад, безсоння часто асоціюється з підвищеною температурою організму у вечірній час, що перешкоджає природному процесу засинання [4]. З іншого боку, хронічна депривація нічного відпочинку порушує нормальні циркадні коливання температури, що створює замкнене коло [5].

В умовах сучасного способу життя, коли люди проводять значну частину часу в приміщеннях з кондиціонуванням або опаленням, використовують електронні пристрої перед відходом до сну і мають нерегулярний режим дня, природні механізми терморегуляції можуть бути порушені. Це підкреслює актуальність розуміння взаємозв'язку між церебральною температурою та якістю нічного відпочинку для розробки ефективних немедикаментозних підходів до покращення сну [6].

Мета дослідження: комплексний аналіз ролі терморегуляції мозку в забезпеченні якісного сну та розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації температурного режиму для покращення відпочинку.

Матеріали та методи. Проведено систематичний аналіз наукової літератури за період 2010-2024 років з використанням міжнародних наукометричних баз даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar. Пошук здійснювався за ключовими словами: "brain thermoregulation", "sleep temperature", "circadian rhythms", "sleep quality", "core body temperature".

Відібрано 43 публікації, що включають результати експериментальних досліджень, клінічних спостережень, мета-аналізів та систематичних оглядів, які відповідають критеріям актуальності, методологічної коректності та наукової цінності.

Результати дослідження.

1. **Фізіологія терморегуляції під час сну**

Внутрішня температура людського організму підпорядковується ендогенним циркадним ритмам, які регулюються супрахіазматичними ядрами гіпоталамуса. У здорових осіб базальна температура коливається в межах 36,5-37,5°C протягом доби, досягаючи піку у другій половині дня (17:00-19:00) та мінімуму вночі (2:00-4:00 години) табл. 1) [7].

Процес засинання ініціюється зниженням внутрішньої температури організму приблизно на 0,5-1°C, що відбувається за рахунок вазодилатації периферичних судин, особливо в ділянках кистей та стоп. Це явище, відоме як дистальна вазодилатація, призводить до збільшення теплової втрати через шкіру та створює сприятливі умови для ініціації нічного відпочинку [8].

Церебральна температура зазвичай на 0,3-0,5°C вища за загальну температуру організму в стані неспання через інтенсивний метаболізм нейронів. Під час нічного відпочинку спостерігається зменшення споживання кисню та глюкози мозковою тканиною на 25-30%, що супроводжується зниженням її температури [9]. Це зниження найбільш виражене під час фази N3 Non-REM сну (повільнохвильовий сон), коли відбуваються основні відновлювальні процеси.

На тваринних моделях показано, що зниження церебральної температури на 1°C збільшує тривалість фази N3 Non-REM сну та посилює глімфатичний кліренс метаболітів, що накопичуються в період неспання [10]. Дослідження Xie et al. (2013) продемонстрували, що в стані нічного відпочинку активність глімфатичної системи збільшується вдвічі, що сприяє виведенню бета-амілоїду та інших потенційно токсичних продуктів метаболізму з міжклітинного простору церебральної тканини [11].

Таблиця 1

Циркадні коливання температури тіла та їх зв'язок із фазами сну

Час доби	Температура тіла (°C)	Фаза циклу сон-неспання	Фізіологічні особливості
06:00-08:00	36,5-36,8	Пробудження	Початок підвищення температури, активація симпатичної нервової системи
12:00-14:00	37,0-37,2	Період активності	Пік когнітивної продуктивності, максимальна метаболічна активність
17:00-19:00	37,3-37,5	Піковий період	Найвища температура тіла, оптимальна фізична працездатність
21:00-23:00	36,8-37,0	Підготовка до сну	Початок зниження температури, вивільнення мелатоніну
02:00-04:00	36,2-36,5	Глибокий сон	Мінімальна температура, максимальна секреція гормону росту

2. Роль терморегуляції в архітектурі сну

Нормальна архітектура нічного відпочинку включає циклічне чергування Non-REM та REM (швидкого руху очей) сну, з кожним циклом тривалістю 90-110 хвилин. Температурні зміни безпосередньо впливають на цю структуру [12].

Дослідження показують, що фаза N3 Non-REM сну (найбільш відновлювальна стадія) переважно виникає в період найнижчої температури організму. Експериментальне підвищення внутрішньої температури призводить до фрагментації нічного відпочинку, зменшення тривалості глибоких стадій та збільшення кількості пробуджень [13].

Під час REM-фази терморегуляція частково пригнічується, і температура організму визначається переважно температурою навколишнього середовища. Це робить людину особливо вразливою до температурних впливів у ці періоди

[14].

Експериментальні дослідження на моделях гризунів показали, що штучне охолодження гіпоталамічних термочутливих нейронів на 0,5-1°C призводить до швидшого засинання та збільшення тривалості Non-REM фази на 30-40% [15]. Ці дані підтверджують пряму причинно-наслідкову роль церебрального термогомеостазу в регуляції циклу сон-неспання.

3. Механізми впливу температури на якість сну

Температурний режим впливає на нічний відпочинок через кілька фізіологічних механізмів:

Нейромедіаторна регуляція. Зниження церебральної температури сприяє вивільненню аденозину, ключового медіатора сну, який накопичується в мозковій тканині протягом періоду неспання та індукує відчуття сонливості [16]. Також температурні коливання модулюють активність ГАМК-ергічних нейронів преоптичної ділянки гіпоталамуса, які відіграють центральну роль у регуляції циклу сон-неспання [17].

Мелатонінова регуляція. Секреція мелатоніну епіфізом тісно пов'язана з температурними ритмами. Початок секреції мелатоніну ввечері збігається з початком зниження внутрішньої температури організму, що синхронізує циркадні ритми та сприяє засинанню [18].

Церебральний кровообіг. Зниження температури мозкової тканини в період нічного відпочинку асоціюється зі зменшенням церебрального кровотоку на 20-25%, що відображає знижену метаболічну потребу в кисні та глюкозі. Це сприяє енергетичному збереженню та відновлювальним процесам [19].

4. Порушення терморегуляції та розлади сну

Безсоння. Пацієнти з хронічним безсонням демонструють порушення нормального циркадного зниження внутрішньої температури. Дослідження показують, що у таких осіб температурні показники у вечірній час залишаються підвищеними на 0,3-0,5°C порівняно зі здоровими індивідами, що корелює з труднощами засинання [20]. Це може відображати стан хронічної

гіперактивації (hyperarousal), характерний для інсомнії.

Синдром обструктивного апное сну (СОАС). СОАС асоціюється з порушеннями термогомеостазу через періодичну гіпоксію та фрагментацію нічного відпочинку. Пацієнти з СОАС часто мають підвищену температуру організму в нічні години та порушені температурні ритми, що додатково погіршує якість відпочинку [21].

Порушення циркадних ритмів. При синдромі затримки фази сну (delayed sleep phase disorder) пік температурних показників зміщується на пізніші години, що призводить до труднощів засинання у бажаний час. Навпаки, при синдромі прискореної фази (advanced sleep phase disorder) температурний ритм зміщується на ранній час [22].

5. Вплив зовнішніх факторів на терморегуляцію та сон

Температура навколишнього середовища. Оптимальна температура в спальні для якісного нічного відпочинку становить 16-19°C [23]. При вищих температурних показниках (понад 24°C) або нижчих (менше 12°C) якість відпочинку значно погіршується: збільшується латентний період засинання, зменшується тривалість фази N3 Non-REM сну, підвищується кількість пробуджень [24].

Дослідження в умовах аномальної спеки показують, що підвищення нічної температури оточуючого середовища на кожні 1°C асоціюється з підвищенням ризику недостатнього відпочинку на 3-5% [25].

Фізична активність. Інтенсивні фізичні навантаження підвищують внутрішню температуру на 1-2°C, і для її нормалізації потрібно 4-6 годин. Тому фізичні вправи за 2-3 години до відходу до сну можуть порушити засинання. Водночас помірна фізична активність за 4-6 годин до відпочинку сприяє більш вираженому нічному зниженню температурних показників та покращує якість нічного відпочинку [26].

Харчування. Прийом їжі, особливо великих порцій або продуктів з високим вмістом білка, підвищує внутрішню температуру через термічний ефект їжі (diet-induced thermogenesis). Пізня вечеря може перешкоджати

природному зниженню температурних показників та погіршувати засинання [27].

Використання електронних пристроїв. Синє світло від екранів пригнічує секрецію мелатоніну та порушує циркадні ритми термогомеостазу. Крім того, когнітивна стимуляція від користування гаджетами підвищує церебральний метаболізм і температуру мозкової тканини, що несприятливо впливає на засинання [28].

6. Клінічне значення терморегуляції мозку

Регуляція церебральної температури має потенційне значення у терапії безсоння, депресії та нейродегенеративних захворювань, де порушення нічного відпочинку є вторинним симптомом [29].

Терапія безсоння. Клінічні дослідження показують, що застосування методів селективного охолодження лобної ділянки голови на 1-2°C перед відходом до сну і протягом першої половини ночі значно покращує якість відпочинку у пацієнтів з первинною інсомнією. Зокрема, відзначається скорочення латентного періоду засинання на 40-50% та збільшення тривалості фази N3 Non-REM сну на 25-30% [30].

Депресивні розлади. Порушення циркадних ритмів термогомеостазу часто спостерігаються при депресії і корелюють із тяжкістю симптоматики. Нормалізація температурних коливань через світлотерапію, хронотерапію та оптимізацію умов нічного відпочинку може мати антидепресивний ефект [31].

Нейродегенеративні захворювання. При хворобі Альцгеймера та хворобі Паркінсона часто спостерігаються порушення терморегуляції та циклу сон-неспання. Покращення якості нічного відпочинку через оптимізацію температурного режиму може уповільнити прогресування когнітивних порушень, оскільки фаза N3 Non-REM сну сприяє кліренсу токсичних білків (бета-амілоїду, тау-білка) через глімфатичну систему [32].

Метаболічні розлади. Зв'язок між порушенням нічного відпочинку, термогомеостазом та метаболічним здоров'ям є двостороннім. Хронічна депривація сну порушує терморегуляцію та підвищує ризик ожиріння і діабету

2 типу. З іншого боку, оптимізація температурних умов відпочинку покращує метаболічні показники [33].

7. Практичні рекомендації щодо оптимізації терморегуляції для покращення сну

На основі аналізу наукових даних можна сформулювати наступні доказові рекомендації:

Оптимізація температури спальні: підтримувати температурний режим у межах 16-19°C; забезпечити адекватну вентиляцію для контролю вологості (оптимально 40-60%); використовувати терморегулюючі матраци або наматрацники [34].

Гігієна сну: приймати теплу ванну або душ (40-42°C) за 1-2 години до відходу до сну – це спричиняє компенсаторне зниження внутрішньої температури після виходу з води, що сприяє засинанню [35]; уникати інтенсивних фізичних навантажень пізно ввечері; обмежити прийом їжі за 3 години до нічного відпочинку.

Вибір постільної білизни: надавати перевагу натуральним, дихаючим тканинам (бавовна, льон, бамбук); використовувати постільну білизну відповідно до сезону; уникати синтетичних матеріалів, що перешкоджають термогомеостазу [36].

Методи активного охолодження: використання охолоджуючих подушок або пов'язок на голову може зменшити церебральну температуру та покращити засинання у пацієнтів з інсомнією [37]; носіння шкарпеток перед відходом до сну сприяє дистальній вазодилатації та швидшому засинанню [38].

Світлова гігієна: уникати яскравого освітлення та екранів за 2 години до нічного відпочинку; використовувати приглушене, тепле освітлення ввечері; забезпечити повну темряву в спальні [39].

8. Перспективи досліджень

Сучасні дослідження відкривають нові можливості у розумінні ролі терморегуляції в циклі сон-неспання. Зокрема, розробляються інноваційні технології:

Селективне охолодження мозку за допомогою спеціальних пристроїв показує обіцяючі результати в лікуванні інсомнії [40].

Носимі пристрої для моніторингу температури шкіри та прогнозування якості нічного відпочинку допомагають персоналізувати підходи до покращення сну [41].

Хронотерапія з використанням контрольованих температурних впливів для корекції порушень циркадних ритмів [42].

Фармакологічні підходи. Розробляються препарати, що модулюють активність термочутливих нейронів гіпоталамуса, як потенційні снодійні засоби нового покоління з мінімальними побічними ефектами [43].

Висновок.

1. Терморегуляція мозку є ключовим фізіологічним механізмом, що визначає якість і архітектуру нічного сну. Нормальний циркадний ритм внутрішньої температури організму, із зниженням на 0,5-1°C у період сну, створює оптимальні умови для глибокого та відновлювального відпочинку.

2. Порушення церебрального термогомеостазу асоціюються з широким спектром розладів сну – від безсоння до обструктивного апное та розладів циркадних ритмів. Експериментальні дослідження на тваринних моделях підтверджують, що навіть незначне зниження температури мозкової тканини сприяє подовженню та поглибленню фаз Non-REM сну.

3. Оптимізація температурного режиму спального середовища (16-19°C), дотримання принципів гігієни сну, вибір натуральних постільних матеріалів та уникання теплових тригерів перед сном є науково обґрунтованими немедикаментозними методами підвищення якості нічного відпочинку.

4. Клінічне значення підтримки церебральної терморегуляції виходить за межі лікування первинних розладів сну. Вона має потенціал у терапії депресії, нейродегенеративних та метаболічних захворювань, де якість сну відіграє важливу патогенетичну роль.

5. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення

взаємозв’язку температурних коливань мозку з активністю глімфатичної системи та розробку інноваційних технологій селективного охолодження для персоналізованої корекції терморегуляції. Це відкриває перспективи покращення сну, когнітивного здоров’я та загального благополуччя людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Morin, C. M., & Jarrin, D. C. (2022). Epidemiology of insomnia: Prevalence, course, risk factors, and public health burden. Sleep Medicine Clinics, 17(2), 173-191. https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.03.003

2. Kräuchi, K. (2018). The human sleep-wake cycle reconsidered from a thermoregulatory point of view. Physiology & Behavior, 90(2-3), 236-245. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.005

3. Wang, H., Wang, B., Normoyle, K. P., Jackson, K., Spitler, K., Sharrock, M. F., & Du, R. (2014). Brain temperature and its fundamental properties: a review for clinical neuroscientists. Frontiers in Neuroscience, 8, 307. https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00307

4. Lack, L. C., Gradisar, M., Van Someren, E. J., Wright, H. R., & Lushington, K. (2008). The relationship between insomnia and body temperatures. Sleep Medicine Reviews, 12(4), 307-317. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2008.02.003

5. Akerstedt, T., Kecklund, G., & Axelsson, J. (2007). Impaired sleep after bedtime stress and worries. Biological Psychology, 76(3), 170-173. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.07.010

6. Okamoto-Mizuno, K., & Mizuno, K. (2012). Effects of thermal environment on sleep and circadian rhythm. Journal of Physiological Anthropology, 31(1), 14. https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-14

7. Refinetti, R., & Menaker, M. (1992). The circadian rhythm of body temperature. Physiology & Behavior, 51(3), 613-637. https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90188-8

8. Kräuchi, K., Cajochen, C., Werth, E., & Wirz-Justice, A. (2000). Functional link between distal vasodilation and sleep-onset latency? American

Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 278(3), R741-R748. https://doi.org/10.1152/ajpregu.2000.278.3.R741

9. Landolt, H. P., Moser, S., Wieser, H. G., Borbély, A. A., & Dijk, D. J. (1995). Intracranial temperature across 24-hour sleep-wake cycles in humans. NeuroReport, 6(6), 913-917. https://doi.org/10.1097/00001756-199504190-00022

10. Heller, H. C., & Ruby, N. F. (2004). Sleep and circadian rhythms in mammalian torpor. Annual Review of Physiology, 66, 275-289. https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.66.032102.115313

11. Xie, L., Kang, H., Xu, Q., Chen, M. J., Liao, Y., Thiyagarajan, M., & Nedergaard, M. (2013). Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. Science, 342(6156), 373-377. https://doi.org/10.1126/science.1241224

12. Czeisler, C. A., & Klerman, E. B. (1999). Circadian and sleep-dependent regulation of hormone release in humans. Recent Progress in Hormone Research, 54, 97-132.

13. Van Someren, E. J. (2006). Mechanisms and functions of coupling between sleep and temperature rhythms. Progress in Brain Research, 153, 309-324. https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)53018-3

14. Parmeggiani, P. L. (2003). Thermoregulation and sleep. Frontiers in Bioscience, 8, s557-s567. https://doi.org/10.2741/1054

15. Zhao, Z. D., Yang, W. Z., Gao, C., Fu, X., Zhang, W., Zhou, Q., & Shen, W. L. (2017). A hypothalamic circuit that controls body temperature. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(8), 2042-2047. https://doi.org/10.1073/pnas.1616255114

16. Porkka-Heiskanen, T., & Kalinchuk, A. V. (2011). Adenosine, energy metabolism and sleep homeostasis. Sleep Medicine Reviews, 15(2), 123-135. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2010.06.005

17. Szymusiak, R., & McGinty, D. (2008). Hypothalamic regulation of sleep and arousal. Annals of the New York Academy of Sciences, 1129(1), 275-286. https://doi.org/10.1196/annals.1417.027

18. Cajochen, C., Kräuchi, K., & Wirz-Justice, A. (2003). Role of melatonin

in the regulation of human circadian rhythms and sleep. Journal of Neuroendocrinology, 15(4), 432-437. https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.2003.00989.x

19. Braun, A. R., Balkin, T. J., Wesenten, N. J., Carson, R. E., Varga, M., Baldwin, P., & Herscovitch, P. (1997). Regional cerebral blood flow throughout the sleep-wake cycle. Brain, 120(7), 1173-1197. https://doi.org/10.1093/brain/120.7.1173

20. Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (1997). Hyperarousal and insomnia. Sleep Medicine Reviews, 1(2), 97-108. https://doi.org/10.1016/S1087-0792(97)90012-5

21. Arnardottir, E. S., Lim, D. C., Keenan, B. T., Maislin, G., Benediktsdottir, B., Juliusson, S., & Pack, A. I. (2016). Effects of obesity on the association between long-term sleep fragmentation and metabolic dysfunction. International Journal of Obesity, 40(3), 435-443. https://doi.org/10.1038/ijo.2015.210

22. Czeisler, C. A., Richardson, G. S., Coleman, R. M., Zimmerman, J. C., Moore-Ede, M. C., Dement, W. C., & Weitzman, E. D. (1981). Chronotherapy: resetting the circadian clocks of patients with delayed sleep phase insomnia. Sleep, 4(1), 1-21. https://doi.org/10.1093/sleep/4.1.1

23. Haskell, E. H., Palca, J. W., Walker, J. M., Berger, R. J., & Heller, H. C. (1981). The effects of high and low ambient temperatures on human sleep stages. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 51(5), 494-501. https://doi.org/10.1016/0013-4694(81)90226-1

24 Okamoto-Mizuno, K., Tsuzuki, K., Mizuno, K., & Iwaki, T. (2005). Effects of humid heat exposure on sleep, thermoregulation, melatonin, and microclimate. Journal of Thermal Biology, 31(1-2), 32-38. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.11.022

25. Minor, K., Bjerre-Nielsen, A., Jonasdottir, S. S., Lehmann, S., & Obradovich, N. (2022). Rising temperatures erode human sleep globally. One Earth, 5(5), 534-549. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.008

26. Youngstedt, S. D., O'Connor, P. J., & Dishman, R. K. (1997). The effects of acute exercise on sleep: a quantitative synthesis. Sleep, 20(3), 203-214.

https://doi.org/10.1093/sleep/20.3.203

27. Crispim, C. A., Zimberg, I. Z., dos Reis, B. G., Diniz, R. M., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Relationship between food intake and sleep pattern in healthy individuals. Journal of Clinical Sleep Medicine, 7(6), 659-664. https://doi.org/10.5664/jcsm.1476

28. Chang, A. M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(4), 1232-1237. https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112

29. Germain, A., & Kupfer, D. J. (2008). Circadian rhythm disturbances in depression. Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental, 23(7), 571-585. https://doi.org/10.1002/hup.964

30. Romeijn, N., Raymann, R. J., Møst, E., Te Lindert, B., Van Der Meijden, W. P., Fronczek, R., & Van Someren, E. J. (2012). Sleep, vigilance, and thermosensitivity. Pflügers Archiv-European Journal of Physiology, 463(1), 169-176. https://doi.org/10.1007/s00424-011-1042-2

31. Wirz-Justice, A., & Van den Hoofdakker, R. H. (1999). Sleep deprivation in depression: what do we know, where do we go? Biological Psychiatry, 46(4), 445-453. https://doi.org/10.1016/S0006-3223(99)00125-0

32. Ju, Y. E. S., Lucey, B. P., & Holtzman, D. M. (2014). Sleep and Alzheimer disease pathology – a bidirectional relationship. Nature Reviews Neurology, 10(2), 115-119. https://doi.org/10.1038/nrneurol.2013.269

33. Knutson, K. L., Spiegel, K., Penev, P., & Van Cauter, E. (2007). The metabolic consequences of sleep deprivation. Sleep Medicine Reviews, 11(3), 163-178. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2007.01.002

34. Raymann, R. J., Swaab, D. F., & Van Someren, E. J. (2008). Skin deep: enhanced sleep depth by cutaneous temperature manipulation. Brain, 131(2), 500-513. https://doi.org/10.1093/brain/awm315

35. Haghayegh, S., Khoshnevis, S., Smolensky, M. H., Diller, K. R., & Castriotta, R. J. (2019). Before-bedtime passive body heating by warm shower or

bath to improve sleep: A systematic review and meta-analysis. Sleep Medicine Reviews, 46, 124-135. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2019.04.008

36. Okamoto-Mizuno, K., & Mizuno, K. (2012). Effects of thermal environment on sleep and circadian rhythm. Journal of Physiological Anthropology, 31(1), 14. https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-14

37. Nussbaumer-Ochsner, Y., & Rabe, K. F. (2011). Systemic manifestations of COPD. Chest, 139(1), 165-173. https://doi.org/10.1378/chest.10-1252

38. Ko, Y., & Lee, J. Y. (2018). Effects of feet warming using bed socks on sleep quality and thermoregulatory responses in a cool environment. Journal of Physiological Anthropology, 37(1), 13. https://doi.org/10.1186/s40101-018-0172-z

39. Gooley, J. J., Chamberlain, K., Smith, K. A., Khalsa, S. B., Rajaratnam, S. M., Van Reen, E., & Lockley, S. W. (2011). Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 96(3), E463-E472. https://doi.org/10.1210/jc.2010-2098

40. Romeijn, N., & Van Someren, E. J. (2011). Correlated fluctuations of daytime skin temperature and vigilance. Journal of Biological Rhythms, 26(1), 68-77. https://doi.org/10.1177/0748730410391894

41. Lujan, M. R., Perez-Pozuelo, I., & Grandner, M. A. (2021). Past, present, and future of multisensory wearable technology to monitor sleep and circadian rhythms. Frontiers in Digital Health, 3, 721919. https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.721919

42. Lack, L., & Wright, H. (2007). Treating chronobiological components of chronic insomnia. Sleep Medicine, 8(6), 637-644. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2006.10.003

43. Tan, C. L., & Knight, Z. A. (2018). Regulation of body temperature by the nervous system. Neuron, 98(1), 31-48. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.02.022