

УДК 612.17:612.821:577.1:616-056.2
DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2025.102.53-58>

Сергій СТЕЦЕНКО, асп.
ORCID ID: 0009-0005-9656-8972
e-mail: stetsenko.sumdpu@gmail.com
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Суми, Україна

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ, ЯКІСТЬ СНУ ТА ЛІПІДНИЙ ПРОФІЛЬ ЯК БІОМАРКЕРИ КАРДІОМЕТАБОЛІЧНОГО РИЗИКУ В ЖІНОК СЕРЕДЬНОГО ВІКУ

Вступ. *Порушення сну, дисбаланс вегетативної нервової системи та метаболічні зрушення розглядаються як взаємопов'язані чинники підвищення кардіометаболічного ризику, особливо в жінок середнього віку в умовах хронічного стресу. Водночас потребує уточнення роль варіабельності серцевого ритму (BCP), якості сну та ліпідного профілю як інтегрованих біомаркерів дестабілізації фізіологічних резервів і потенційного розвитку серцево-судинної патології.*

Методи. *У дослідженні взяли участь 70 жінок віком 35–55 років, розподілені на дві групи: дослідну (наявність хронічних порушень сну за шкалою PSQI) і контрольну (без скарг на сон). BCP оцінювали за допомогою добового моніторингу ЕКГ методом Холтера з подальшим спектральним і часовим аналізом (SDNN, RMSSD, LF/HF, AMo). Паралельно проводили анкетування за PSQI та визначали ліпідний профіль крові (ЗХС, ЛПВЩ, ЛПНЩ, ТГ, ІА). Усі учасники брали участь в обстеженні добровільно, з усвідомленою згодою. Статистичний аналіз виконували із застосуванням описової статистики, критерію Манна – Уїтні та кореляційного аналізу Спірмена.*

Результати. *Виявлено, що жінки з порушеннями сну мали достовірно нижчі показники SDNN ($24,4 \pm 4,7$ мс проти $41,8 \pm 5,2$ мс, $p < 0,01$) та RMSSD ($17,9 \pm 3,7$ мс проти $32,6 \pm 4,4$ мс, $p < 0,01$), вищий AMo та співвідношення LF/HF ($3,42 \pm 0,11$ проти $1,28 \pm 0,14$, $p < 0,01$), що свідчить про домінування симпатичного впливу та вегетативну дезадаптацію. У жінок дослідної групи зафіксовано виражені порушення якості сну: зниження його тривалості й ефективності, підвищену суб'єктивну втомлюваність, часте використання снодійних, ранкову розбитість, що супроводжується підвищеним сумарним балом PSQI ($p < 0,01$). У цій групі також виявлено ознаки атерогенних змін: підвищення рівнів ЛПНЩ ($3,73 \pm 0,37$ ммоль/л), тригліцеридів ($1,96 \pm 0,25$ ммоль/л) та індексу атерогенності ($4,49 \pm 0,56$), а також зниження ЛПВЩ ($1,07 \pm 0,18$ ммоль/л) порівняно з контрольною групою ($p < 0,01$). Кореляційний аналіз підтвердив взаємозв'язки між якістю сну, BCP і показниками ліпідного профілю.*

Висновки. *Отримані дані свідчать про тісний системний зв'язок між сомнологічними порушеннями, вегетативною дисфункцією та атерогенними метаболічними змінами в жінок середнього віку. Комплексне оцінювання індексу якості сну, варіабельності серцевого ритму та ліпідного профілю має прогностичне значення і може бути використане як маркер кардіометаболічного ризику та зниження фізіологічних резервів у зазначеній когорті.*

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму, порушення сну, ліпідний профіль, кардіометаболічний ризик, жінки середнього віку, вегетативна дисфункція.*

Вступ

Порушення сну є одним із ключових факторів ризику розвитку кардіометаболічних захворювань, зокрема гіпертонії, ожиріння, інсулінорезистентності й атеросклерозу. Хронічна фрагментація або дефіцит сну супроводжуються дисбалансом автономної нервової системи, що виявляється у зміні показників варіабельності серцевого ритму (BCP), зниженні парасимпатичної активності й домінуванні симпатичних впливів. Поряд із цим порушення вегетативної регуляції та сну тісно пов'язані з порушенням ліпідного обміну, зокрема з підвищенням рівнів загального холестерину, ЛПНЩ і тригліцеридів, що погіршує атерогенний профіль. Низькі значення BCP (особливо SDNN та RMSSD) вважаються незалежними прогностичними маркерами розвитку серцево-судинної патології та підвищеного біологічного віку.

Жінки середнього віку є особливо вразливою групою через вплив гормональних змін, психоемоційного навантаження та збільшення частоти тривожних розладів. Вивчення взаємозв'язку між якістю сну, станом вегетативної регуляції і показниками ліпідного профілю дозволяє поглибити розуміння патофізіологічних механізмів ризику та сформувані обґрунтовані підходи до профілактики кардіометаболічних ускладнень.

Мета статті: визначити взаємозв'язок між варіабельністю серцевого ритму, якістю сну та показниками ліпідного профілю у жінок середнього віку з хронічними порушеннями сну.

Методи

Дослідження виконане згідно з планом науково-дослідної роботи кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії Сумського державного педагогіч-

ного університету імені А. С. Макаренка у співпраці з медичним центром "Мед-Союз". Дослідження проводили в період із лютого 2023 до лютого 2025 року включно. У дослідженні брали участь 70 жінок віком від 35 до 55 років, які надали письмову інформовану згоду. Основну (дослідну) групу ($n = 35$) становили жінки зі скаргами на порушення сну тривалістю понад 3 місяці, підтвердженими за шкалою PSQI. Контрольну групу ($n = 35$) становили жінки без суб'єктивних порушень сну. З метою мінімізації впливу фізіологічних коливань учасниці дослідження були протестовані поза менструальною фазою. Усі учасниці не мали в анамнезі серцево-судинних, ендокринних або психічних захворювань.

Для оцінювання якості сну використовували Пітсбурзький індекс якості сну (PSQI), який включає 7 компонентів: суб'єктивну якість сну; латентність засинання; тривалість сну; ефективність сну; пробудження серед ночі / їх частота ("sleep disturbance"); використання снодійних засобів і денну дисфункцію. Кожен компонент оцінювали за шкалою від 0 до 3 балів, де вищий бал означає гірший стан. Для інтерпретації результатів використовували сумарний індекс компонентів PSQI. Додаткові джерела (щоденники сну, актиграфію, полісомнографію) не застосовували.

Для оцінювання варіабельності серцевого ритму (BCP) проводили добовий ЕКГ-моніторинг із застосуванням системи "КардіоСенс CS" (ТОВ "ХАІ-МЕДИКА", Україна). Аналіз проводили у стані спокою, уранці після нічного сну, у стабільному положенні тіла (сидячи або лежачи) протягом 5 хв. Аналізували частотно-часові показники BCP: середньоквадратичне відхилення послідовних різниць RR-інтервалів (RMSSD, мс), стандартне

© Стеценко Сергій, 2025

відхилення нормальних RR-інтервалів (SDNN, мс), амплітуду моди (AMo, %), спектральні компоненти низької та високої частоти (LF, HF, мс²) та їхнє співвідношення (LF/HF). Під час запису не здійснювали контроль або моніторинг дихальної частоти, однак учасникам рекомендували дихати спокійно та природно, без свідомої модифікації дихального ритму. Відсутність об'єктивного контролю дихальної частоти розглядалося як одне з обмежень дослідження.

Аналіз ліпідного профілю виконувався відповідно до міжнародних рекомендацій і стандартів. Венозна кров (5–7 мл) відбиралася у всіх учасниць із кубітальної вени у пробірки з розділовим гелем та активатором згортання (BD Vacutainer® SST™ II Advance). Забір крові здійснювався в ранковій годині (з 8:00 до 10:00) після стандартизованого голодування, виключаючи вживання їжі, алкоголю, кофеїну та інтенсивних фізичних навантажень за 24 год до процедури. Вимірювання концентрації ліпідів проводилося колориметричним методом на

автоматичному біохімічному аналізаторі "Cobas C311" з використанням стандартизованих реагентів виробництва "Roche Diagnostics". У сироватці крові визначали: загальний холестерин, ліпопротеїди низької щільності (ЛПНЩ), ліпопротеїди високої щільності (ЛПВЩ), тригліцериди (ТГ), коефіцієнт атерогенності (КА).

Статистичне оброблення даних проводили з використанням описової статистики (M ± m) за допомогою програм Microsoft Office Excel 2016, SPSS Statistics 23. Для перевірки нормальності розподілу застосовували критерій Шапіро – Уїлка, для порівняння груп – критерій Манна – Уїтні. Кореляційний аналіз проводили із застосуванням коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Значення p < 0,05 вважали статистично значущими.

Результати

У процесі дослідження було виявлено значущі зміни показників варіабельності серцевого ритму (BCP) у жінок середнього віку з хронічними порушеннями сну порівняно з показниками контрольної групи (табл. 1).

Таблиця 1

Показники варіабельності серцевого ритму в жінок із порушенням сну (ДГ) та у здорових жінок (КГ)

Показник BCP	Референтні значення	Дослідна група, M ± m	Контрольна група, M ± m	p-value
SDNN (мс)	30–50	24,4 ± 4,7	38,6 ± 5,1	p < 0,01
RMSSD (мс)	20–40	17,9 ± 3,7	31,2 ± 4,2	p < 0,01
AMo (%)	≈ 40	62,28 ± 6,44	40,7 ± 4,9	p < 0,01
HF (мс ²)	150–700	205 ± 47	472 ± 58	p < 0,01
LF (мс ²)	400–1500	684 ± 171	894 ± 182	p > 0,05
LF/HF	0,7–1,3	3,42 ± 0,11	1,24 ± 0,18	p < 0,01

З'ясовано, що показник SDNN у ДГ становив 24,4 ± 4,7 мс, тобто на 37 % нижче за значення КГ (38,6 ± 5,1 мс; p < 0,01), що свідчить про зниження загальної варіабельності серцевого ритму за наявних порушень сну. Аналогічна тенденція виявлена для показника RMSSD, який у ДГ становив 17,9 ± 3,7 мс, тобто на 43 % нижче порівняно з КГ (31,2 ± 4,2 мс; p < 0,01), що відображає істотне зниження парасимпатичної активності. Показник AMo в жінок із порушеннями сну був суттєво вищим і становив 62,28 ± 6,44%, що на 53% перевищує відповідне значення в КГ (40,7 ± 4,9%; p < 0,01) і норму (≈40 %). Означене додатково підтверджує знижену BCP і жорсткість серцевого ритму та може розцінюватися як ознака підвищеного напруження механізмів вегетативної регуляції у дослідній групі. Високо-частотна компонента спектрального аналізу BCP (HF) у ДГ (205 ± 47 мс²) була знижена на 57 % порівняно з КГ (472 ± 58 мс²; p < 0,01), що вказує на пригнічення парасимпатичної активності. Показник LF не засвідчив статистично значущої різниці між групами (684 ± 171 мс² у ДГ та 894 ± 182 мс² у КГ; p > 0,05). Натомість співвідношення LF/HF у жінок із порушеннями сну було достовірно вищим – 3,42 ± 0,11 проти 1,24 ± 0,18 у жінок КГ, що становить збільшення на 176 % (p < 0,01). Незва-

жаючи на те, що середні значення показників LF і HF у дослідній і контрольній групах залишалися в межах референтних значень, їхнє співвідношення, а також ступінь зниження HF у жінок із порушеннями сну, свідчать про істотну зміну вегетативного балансу в бік симпатичної переваги. Відсутність статистично значущих змін LF між групами (p > 0,05) може пояснюватися значною міжіндивідуальною варіабельністю цього показника, а також тим, що LF охоплює як симпатичну, так і частково парасимпатичну активність. Водночас саме зниження HF, яке є чутливим маркером парасимпатичної регуляції, є більш показовим щодо дезадаптивних змін вегетативної нервової системи. У сукупності зі зміщенням LF/HF у бік підвищення (3,42 ± 0,11 у ДГ проти 1,28 ± 0,14 у КГ, p < 0,01) це свідчить про вегетативний дисбаланс із переважанням симпатичних впливів, характерний для хронічного стресу та сну низької якості.

Отже, у жінок середнього віку з порушеннями сну виявлено значне порушення BCP: зниження загальної та парасимпатичної активності, дисбаланс вегетативного контролю на користь симпатичної активності, що підтверджується зміною ключових показників BCP.

Результати дослідження ліпідного профілю обстежених жінок середнього віку відображено в табл. 2.

Таблиця 2

Показники ліпідного профілю у жінок із порушеннями сну (ДГ) і нормальним сном (КГ)

Показник (ммоль/л)	Референтні значення	Дослідна група, M ± m	Контрольна група, M ± m	p-value
Загальний холестерин	<5,2	5,87 ± 0,41	4,78 ± 0,36	p < 0,01
Тригліцериди	<1,7	1,96 ± 0,25	1,34 ± 0,22	p < 0,01
ЛПНЩ (LDL-C)	<3,0	3,73 ± 0,37	2,81 ± 0,33	p < 0,01
ЛПВЩ (HDL-C)	>1,2	1,07 ± 0,18	1,39 ± 0,21	p < 0,05
Коефіцієнт атерогенності (у. о.)	<3,0	4,49 ± 0,56	2,44 ± 0,48	p < 0,01

Аналіз результатів ліпідограм засвідчив, що в жінок дослідної групи, які мали порушення сну, виявлено достовірно гірші показники ліпідного обміну порівняно з контрольною групою. Рівень загального холестерину в ДГ становив $5,87 \pm 0,41$ ммоль/л, що перевищує референтні межі ($<5,2$ ммоль/л), і був на 22,8 % вищим порівняно з КГ ($4,78 \pm 0,36$ ммоль/л; $p < 0,01$). Дані вказувати на загальну тенденцію до гіперхолестеринемії у жінок із порушеннями сну. Концентрація тригліцеридів у ДГ також була значно підвищеною ($1,96 \pm 0,25$ ммоль/л проти $1,34 \pm 0,22$ ммоль/л у КГ, тобто на 46,3 %; $p < 0,01$), перевищуючи допустиме значення ($<1,7$ ммоль/л) на 15 %. Значне підвищення вказує на знижену толерантність до жирів, що, імовірно, пов'язано з гіперактивністю симпатичної нервової системи.

Рівень ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ, або LDL-C), що є ключовим атерогенним фактором, у жінок із порушеннями сну становив $3,73 \pm 0,37$ ммоль/л, що на 32,7% вище порівняно з КГ ($2,81 \pm 0,33$ ммоль/л; $p < 0,01$) і перевищує гранично допустимі значення ($<3,0$ ммоль/л). У той самий час концентрація ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ, або HDL-C) була зниженою на 23 % у ДГ ($1,07 \pm 0,18$ ммоль/л) порівняно з КГ ($1,39 \pm 0,21$ ммоль/л; $p < 0,05$) і нижчою за рефе-

рентне значення ($>1,2$ ммоль/л), що свідчить про зменшення захисної антиатерогенної фракції холестерину.

Найбільш виражена відмінність між групами зафіксована щодо коефіцієнта атерогенності, який у ДГ становив $4,49 \pm 0,56$ у. о. проти $2,44 \pm 0,48$ у. о. у КГ (збільшення на 84 %; $p < 0,01$), що свідчить про суттєве зростання ризику атеросклеротичних змін у жінок із порушеннями сну.

Загалом отримані результати свідчать про наявність несприятливих змін у ліпідному профілі в жінок із порушеннями сну, що може розглядатися як один із механізмів підвищення серцево-судинного ризику в цієї категорії осіб.

З метою детальнішого аналізу можливих взаємозв'язків між ВСР і порушеннями сну нами були проаналізовані результати Пітсбурзького опитувальника якості сну (PSQI), що спрямований на ретроспективне суб'єктивне оцінювання сну за такими параметрами: 1) загальне суб'єктивне оцінювання сну (критерії – суб'єктивна якість сну, денна дисфункція (сонливість, втома), використання снодійних засобів як додатковий фактор, що вказує на проблеми); 2) архітектура та тривалість сну (критерії – тривалість, ефективність сну); 3) проблеми зі сном (критерії – порушення сну, латентність засинання, пробудження серед ночі, ранкова розбитість) (табл. 3).

Таблиця 3

Показники компонентів сну в жінок із порушеннями сну (ДГ) і без них (КГ) за методикою PSQI

Компонент PSQI	Дослідна група, М ± m	Контрольна група, М ± m	p-value
Суб'єктивна якість сну	2,2 ± 0,6	1,0 ± 0,4	p < 0,01
Денна дисфункція (втома, сонливість)	2,3 ± 0,5	0,9 ± 0,4	p < 0,01
Використання снодійних	0,9 ± 0,3	0,2 ± 0,1	p < 0,01
Тривалість сну	2,3 ± 0,5	1,1 ± 0,4	p < 0,01
Ефективність сну	2,0 ± 0,4	0,9 ± 0,3	p < 0,01
Латентність засинання	2,1 ± 0,5	1,8 ± 0,5	p = 0,08
Пробудження серед ночі / їхня частота	2,0 ± 0,5	1,8 ± 0,4	p = 0,20
Ранкова розбитість	1,7 ± 0,4	0,7 ± 0,3	p < 0,01

Згідно з отриманими даними встановлено, що суб'єктивна якість сну в учасниць ДГ ($2,2 \pm 0,6$) була суттєво гіршою порівняно з КГ ($1,0 \pm 0,4$), зі збільшенням на 120 % ($p < 0,01$), що підтверджує виражене незадоволення нічним відновленням серед жінок із хронічними інсомнічними виявами. Компонент "денна дисфункція", що оцінює втомлюваність і сонливість упродовж дня, у ДГ ($2,3 \pm 0,5$) був вищим на 156 % порівняно з КГ ($0,9 \pm 0,4$; $p < 0,01$). Отримані дані підтверджують наявність значного функціонального виснаження вдень. Використання снодійних препаратів у ДГ ($0,9 \pm 0,3$) перевищувало показник КГ ($0,2 \pm 0,1$) у 4,5 рази ($+350$ %; $p < 0,01$), що вказує на пошук фармакологічних стратегій компенсації порушень сну. Тривалість сну у ДГ ($2,3 \pm 0,5$) була на 109 % коротшою, ніж у КГ ($1,1 \pm 0,4$; $p < 0,01$), тобто переважна частина жінок із ДГ спала менше ніж 6 год. Ефективність сну (співвідношення часу сну до часу в ліжку) у ДГ ($2,0 \pm 0,4$) знижена на 122 % порівняно з КГ ($0,9 \pm 0,3$; $p < 0,01$), що вказує на фрагментований і неефективний сон. Показник латентності засинання був вищим у жінок із порушеннями сну, однак статистично не відрізнявся від контролю ($2,1 \pm 0,5$ проти $1,8 \pm 0,5$; $p = 0,08$). Нічні пробудження (показник порушень сну "пробудження серед ночі / їх частота") не мали достовірних міжгрупових відмінностей ($2,0 \pm 0,5$ у ДГ проти $1,8 \pm 0,4$ у КГ; $p = 0,20$), натомість "ранкова розбитість", що відображає виражену денну симптоматику після нічного безсоння, у ДГ ($1,7 \pm 0,4$) була на

143 % вищою, ніж у КГ ($0,7 \pm 0,3$; $p < 0,01$). Незважаючи на те, що за показниками латентності засинання та нічних пробуджень статистично значущих відмінностей між групами не виявлено ($p > 0,05$), отримані тенденції можуть мати клінічне значення. Зокрема, показник латентності засинання у жінок із порушеннями сну перевищував 2 бали, що свідчить про подовження часу до засинання понад 30 хв, що вважається критичним порогом при хронічному безсонні. Так само вища ніж у контрольній групі частота нічних пробуджень вказує на потенційне порушення архітектури сну, що може не лише знижувати його відновну функцію, але й провокувати хронічну активацію симпатико-адреналової системи. Такий механізм, у свою чергу, здатен посилювати вияви вегетативної дисфункції та впливати на метаболічну стабільність.

З метою встановлення можливих взаємозв'язків між компонентами PSQI, ключовими показниками ВСР і параметрами ліпідограм було проведено кореляційний аналіз (табл. 4).

Кореляційний аналіз загалом підтвердив наявність суттєвих зв'язків між показниками якості сну та ВСР: негативні кореляції між PSQI (погіршення сну) та SDNN/RMSSD вказують на зниження парасимпатичного впливу й загального рівня ВСР при погіршенні сну. Найбільш вираженими виявилися негативні кореляції між ефективністю сну та SDNN ($r = -0,50$; $p < 0,01$), а також позитивні – між ранковою розбитістю та спів-

відношенням LF/HF ($r = +0,41, p < 0,05$), що підтверджує зниження адаптаційних резервів серцево-судинної системи на тлі порушень сну. Показник AMo (частота моди

RR-інтервалів), який зростає при симпатичному домінуванні, прямо корелює з більшістю компонентів поганого сну, зокрема його ефективністю ($r = +0,54, p < 0,01$).

Таблиця 4

Результати кореляційного аналізу (коефіцієнт Спірмена) у дослідній групі

Параметри	SDNN	RMSSD	LF/HF	AMo	ЛПНЩ	ЛПВЩ	IA
Суб'єктивна якість сну	-0,46*	-0,41*	+0,38	+0,52**	+0,49**	-0,34	+0,51**
Тривалість сну	-0,44*	-0,39	+0,35	+0,48**	+0,42*	-0,36	+0,47*
Ефективність сну	-0,50**	-0,46*	+0,43*	+0,54**	+0,45*	-0,41*	+0,50**
Денна дисфункція (втома, сонливість)	-0,42*	-0,37	+0,39	+0,46*	+0,44*	-0,33	+0,48*
Ранкова розбитість	-0,38	-0,35	+0,41*	+0,43*	+0,46*	-0,30	+0,49*

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; усі зв'язки оцінено для дослідної групи ($n = 35$).

Виявлені позитивні кореляції між погіршенням сну (вищі бали PSQI) і підвищенням ЛПНЩ, індексу атерогенності (IA), а також негативні зв'язки з ЛПВЩ. Зокрема, ефективність сну та IA демонструють кореляцію $r = +0,50$ ($p < 0,01$), ефективність сну та ЛПНЩ – $r = +0,45$ ($p < 0,05$), що підтверджує системний вплив розладів сну на метаболізм ліпідів і потенційне підвищення атерогенних ризиків.

Дискусія і висновки

Отже, результати добового ЕКГ-моніторингу й аналіз частотно-часових параметрів ВСР продемонстрували статистично достовірне зниження загальної варіабельності серцевого ритму (SDNN), парасимпатичної активності (RMSSD, HF) (на 37, 43 та 57 %, відповідно), зростання індексу AMo (на 53 %) та співвідношення LF/HF (у 2,8 раза) у дослідній групі. Отримані дані свідчать про значне напруження регуляторних систем серцево-судинної діяльності, ослаблення парасимпатичної активності та дисбаланс вегетативного контролю за наявності тривалих порушень сну в жінок середнього віку (35–55 років). Зазначене має важливе практичне значення з огляду на статеві відмінності у ВСР (Пилипнова, 2013) і той факт, що підвищена емоційна сприйнятливості стресу в жінок (Гриник, 2024) може бути фактором підвищеного ризику кардіоваскулярних порушень (Білоусова та ін., 2025).

Результати нашого дослідження узгоджуються із сучасними даними щодо зв'язку між хронічними порушеннями сну, емоційним перенапруженням (стресом) і пригніченням адаптаційних механізмів ССС. Згідно з літературними джерелами, у більшості випадків дорослі з недостатньою тривалістю сну (>6, але <7 год) мають нижчу парасимпатичну модуляцію серця порівняно з дорослими, які спали ≥ 7 год (Castro-Diehl et al., 2016). У роботі (Gonzales et al., 2023) показано, що жінки середнього віку з тривалістю сну <7, але не ≥ 7 год, мали нижчу ВСР, ніж молодші жінки.

Взаємозв'язок між порушенням сну та зниженою ВСР має важливе значення у сфері охорони праці, зокрема в контексті професійних ризиків. Так, встановлено, що жінки-медики, які працюють позмінно, належать до групи підвищеного ризику, оскільки часто мають знижену якість сну, що може негативно впливати на регуляцію автономної нервової системи. У медсестер із хронічними порушеннями сну виявлено нижчі значення загальної потужності ВСР, LF-компоненти та LF/HF -індексу (Hsu et al., 2021), що корелює з підвищенням ризиком серцево-судинних ускладнень у зазначеній професійній групі (Khan et al., 2021). Крім того, недостатня якість сну асоціюється з підвищеною частотою медичних помилок (Akbari, & Najjan, 2015). У дослідженні (Тищенко, 2025)

показано, що у спортсменок у стані перетренованості спостерігається надмірна активність симпатичного відділу ВНС, що виявляється високими значеннями симпатовагального індексу й AMo , а також зниженими показниками HF. Такий дисбаланс розглядається автором як недостатність функціональних резервів ССС і обмежувальний фактор у адаптації до стресового впливу тренувального та змагального процесу.

Фрагментація сну, періодична гіпоксія, нічне апное порушують відновні процеси, викликаючи симпатичну активацію та серцево-судинну дисфункцію через гіпертензію, артеріальну жорсткість, порушення ендотелію і ремоделювання судин (Badran et al., 2025). Крім того, гіперактивність симпатичної нервової системи і, як її наслідок, знижена ВСР розглядаються як один із можливих механізмів порушення регуляції жирового обміну, що сприяє формуванню дисліпідемії та асоціюється з підвищенням серцево-судинним ризиком (Wulsin et al., 2015). Цей факт підтверджується і в нашому дослідженні. Згідно з отриманими результатами, порушення сну та ВСР у жінок середнього віку асоціюються з несприятливими змінами в показниках ліпідного профілю, а саме: підвищеними рівнями загального холестерину (на 22,8 %), тригліцеридів (46,3 %) і атерогенних ліпопротеїнів низької щільності (на 32,7 %), а також зниженими концентраціями антиатерогенного холестерину ЛПВЩ (на 23 %). Підвищений коефіцієнт атерогенності (у 2 рази) у жінок із порушеним сном указує на високу ймовірність розвитку в них атеросклеротичних процесів. Відповідно до літературних джерел, у дорослому віці (40–60 років) саме метаболічні порушення (ожиріння, дисліпідемія, гіперглікемія та гіпертензія) стають провідними факторами зміни показників ВСР, що найчастіше виявляється у подовженні QTc (Ляшенко, & Дуванов, 2025). У дослідженні (Geovanini et al., 2019) проілюстровано взаємозв'язок між високим балом PSQI та показниками ліпідного профілю (середній вік учасників – 43 ± 16 років, з них 66 % – жінки). Згідно з висновками авторів, порушення сну, уживання снодійних препаратів і денна дисфункція корелюють із підвищеними рівнями холестерину ліпопротеїнів дуже низької щільності (VLDL-C) у сироватці крові, тоді як лише показник "денна дисфункція" асоціюється з підвищеним рівнем тригліцеридів.

Результати психометричного оцінювання сну, проведеного за методикою PSQI, підтвердили, що жінки середнього віку з порушеннями сну мають не лише об'єктивні зміни ВСР, але й виражені суб'єктивні стани незадоволення сном (гірша оцінка якості сну), високий рівень денного виснаження (за показниками "денна дисфункція" та "ранкова розбитість") і потребу в снодійних.

Водночас відсутність статистично значущих відмінностей у латентності засинання та частоті нічних пробуджень свідчить про те, що порушення архітектури сну в цій когорті мають комплексний характер і більше пов'язані із загальною якістю та "глибиною" сну, ніж із тривалістю окремих його фаз. Порушення нічного сну та виражене функціональне виснаження вдень, які є типовими виявами хронічної гіперактивації симпатичної нервової системи, узгоджуються з результатами оцінювання BCP, зокрема зниженою RMSSD та підвищеним LF/HF. Ці взаємозв'язки вказують на високий рівень фізіологічного стресу, пов'язаного зі сном. Такий стан, у свою чергу, може бути зв'язувальним патофізіологічним ланцюгом між порушенням сну, вегетативним дисбалансом і розвитком дисліпідемії як складниками кардіо-метаболічного ризику. На нашу думку, у моделі "сон – стрес – метаболізм" порушення сну стають тригером вегетативного зсуву й ліпідного дисбалансу. Цей висновок підтверджується результатами кореляційного аналізу між суб'єктивними параметрами PSQI, показниками BCP і ліпідним профілем, а саме:

- погіршення якості, ефективності та тривалості сну в жінок асоційоване зі зниженням BCP за частотними параметрами (SDNN, RMSSD) і зростанням симпатичного впливу (AMo, LF/HF);
- порушення сну достовірно корелюють із гіршими показниками ліпідного профілю – підвищенням рівнів ЛПНЩ, ТГ і зростанням ІА.

Отже, отримані показники варіабельності серцевого ритму в жінок із порушеннями сну свідчать про виражені порушення вегетативної регуляції, що виявляються домінуванням симпатичної активності та зниженням загальної варіабельності серцевого ритму порівняно з жінками, які мають нормальний сон. Одночасно в цієї групи виявлено ознаки ранніх метаболічних змін – атерогенних зрушень у ліпідному профілі, що вказують на підвищений кардіоаскулярний ризик. Результати кореляційного аналізу підтверджують наявність системного взаємозв'язку між сомнологічними порушеннями, вегетативною дисфункцією і ліпідним обміном. Імовірним патогенетичним механізмом такого впливу є хронічна гіперактивація симпато-адреналової системи (в умовах психоемоційного стресу внаслідок стійких порушень сну), що супроводжується пригніченням механізмів парасимпатичного відновлення, гормональною дисрегуляцією та метаболічною дестабілізацією. Таким чином, комплексне оцінювання досліджуваних параметрів (BCP-PSQI-ліпідний профіль) може розглядатися як потенційна модель дестабілізації фізіологічних резервів і метаболічного здоров'я у жінок із хронічними порушеннями сну.

Список використаних джерел

Білоусова, Н. А., Сіренко, Ю. М., Лучинська, Ю. О., Яковенко, Л. І., & Долженко, М. М. (2025). Вплив гендерних особливостей, поліпрагмації, тривоги і депресії на прихильність до лікування у пацієнтів з ішемічною хворобою серця і коморбідними станами. *Hypertension*, 18(1), 5–13. <https://doi.org/10.22141/2224-1485.18.1.2025.374>

Гриник, І. (2024). Гендерні особливості переживання кризи середнього віку. *Габітус*, 64, 78–81. <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.63.12>

Ляшенко, В., & Дуванов, Д. (2025). Вікові особливості інтервалу QT: теоретичний аналіз ролі генетичних, метаболічних і терапевтичних факторів. *Věda a perspektivy*, 5(48). [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5\(48\)-406-419](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5(48)-406-419)

Пилипонова, В. (2013). Популяційні, вікові, статеві та конституціональні особливості показників кардіоінтервалографії в нормі та при патологічних станах. *Вісник Вінницького національного медичного університету*, 17(1), 258–263.

Тищенко, Д. (2025). Фізичний та функціональний стан гандболісток у підготовчому періоді етапу максимізації індивідуальних можливостей. *Спортивні ігри*, 1(35), 22–30. <https://doi.org/10.15391/si.2025-1.03>

Akbari, V., & Hajian, A. (2015). Evaluating of sleep quality in shift-work nurses; Iran. *Journal of Sleep Disorders & Therapy*, 5(1), 225. <https://doi.org/10.4172/2167-0277.1000225>

Badran, M., Puech, C., & Gozal, D. (2025). The cardiovascular consequences of chronic sleep fragmentation: Evidence from experimental models of obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine*, 106566. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2025.106566>

Castro-Diehl, C., Diez Roux, A. V., Redline, S., Seeman, T., McKinley, P., Sloan, R., & Shea, S. (2016). Sleep duration and quality in relation to autonomic nervous system measures: The multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Sleep*, 39(11), 1927–1940. <https://doi.org/10.5665/sleep.6218>

Geovanini, G. R., Lorenzi-Filho, G., de Paula, L. K., Oliveira, C. M., de Oliveira Alvim, R., Beijamini, F., Negrão, A. B., von Schantz, M., Knutson, K. L., Krieger, J. E., & Pereira, A. C. (2019). Poor sleep quality and lipid profile in a rural cohort (The Baependi Heart Study). *Sleep Medicine*, 57, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.12.028>

Gonzales, J. U., Elavsky, S., Cipryan, L., Jandačková, V., Burda, M., & Jandačka, D. (2023). Influence of sleep duration and sex on age-related differences in heart rate variability: Findings from program 4 of the HAIE study. *Sleep Medicine*, 106, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.03.029>

Hsu, H.-C., Lee, H.-F., & Lin, M.-H. (2021). Exploring the association between sleep quality and heart rate variability among female nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5551. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115551>

Khan, W. A. A., Jackson, M. L., Kennedy, G. A., & Conduit, R. (2021). A field investigation of the relationship between rotating shifts, sleep, mental health and physical activity of Australian paramedics. *Scientific Reports*, 11(1), Article 866. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79093-5>

Wulsin, L. R., Horn, P. S., Perry, J. L., Massaro, J. M., & D'Agostino, R. B. (2015). Autonomic imbalance as a predictor of metabolic risks, cardiovascular disease, diabetes, and mortality. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(6), 2443–2448. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-1748>

References

Akbari, V., & Hajian, A. (2015). Evaluating of sleep quality in shift-work nurses; Iran. *Journal of Sleep Disorders & Therapy*, 5(1), 225. <https://doi.org/10.4172/2167-0277.1000225>

Badran, M., Puech, C., & Gozal, D. (2025). The cardiovascular consequences of chronic sleep fragmentation: Evidence from experimental models of obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine*, 106566. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2025.106566>

Bilousova, N. A., Sirenko, Yu. M., Luchynska, Yu. O., Yakovenko, L. I., & Dolzhenko, M. M. (2025). The impact of gender characteristics, polypharmacy, anxiety and depression on treatment adherence in patients with ischemic heart disease and comorbid conditions. *Hypertension*, 18(1), 5–13 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.22141/2224-1485.18.1.2025.374>

Castro-Diehl, C., Diez Roux, A. V., Redline, S., Seeman, T., McKinley, P., Sloan, R., & Shea, S. (2016). Sleep duration and quality in relation to autonomic nervous system measures: The multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Sleep*, 39(11), 1927–1940. <https://doi.org/10.5665/sleep.6218>

Geovanini, G. R., Lorenzi-Filho, G., de Paula, L. K., Oliveira, C. M., de Oliveira Alvim, R., Beijamini, F., Negrão, A. B., von Schantz, M., Knutson, K. L., Krieger, J. E., & Pereira, A. C. (2019). Poor sleep quality and lipid profile in a rural cohort (The Baependi Heart Study). *Sleep Medicine*, 57, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.12.028>

Gonzales, J. U., Elavsky, S., Cipryan, L., Jandačková, V., Burda, M., & Jandačka, D. (2023). Influence of sleep duration and sex on age-related differences in heart rate variability: Findings from program 4 of the HAIE study. *Sleep Medicine*, 106, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2023.03.029>

Hrynyk, I. (2024). Gender characteristics of experiencing the midlife crisis. *Habitus*, 64, 78–81 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.63.12>

Hsu, H.-C., Lee, H.-F., & Lin, M.-H. (2021). Exploring the association between sleep quality and heart rate variability among female nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5551. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115551>

Khan, W. A. A., Jackson, M. L., Kennedy, G. A., & Conduit, R. (2021). A field investigation of the relationship between rotating shifts, sleep, mental health and physical activity of Australian paramedics. *Scientific Reports*, 11(1), Article 866. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79093-5>

Liaschenko, V., & Duvanov, D. (2025). Age-related features of QT interval: Theoretical analysis of the role of genetic, metabolic and therapeutic factors. *Věda a perspektivy*, 5(48) [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5\(48\)-406-419](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-5(48)-406-419)

Plypyonova, V. (2013). Population, age, gender and constitutional features of cardiointervalography indicators in normal and pathological conditions. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu*, 17(1), 258–263 [in Ukrainian].

Tyshchenko, D. (2025). Physical and functional state of female handball players in the preparatory period of maximizing individual capabilities. *Sportyvni ihry*, 1(35), 22–30 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15391/si.2025-1.03>

Wulsin, L. R., Horn, P. S., Perry, J. L., Massaro, J. M., & D'Agostino, R. B. (2015). Autonomic imbalance as a predictor of metabolic risks, cardiovascular disease, diabetes, and mortality. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(6), 2443–2448. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-1748>

Отримано редакцією журналу / Received: 15.06.25
Прорецензовано / Revised: 11.07.25
Схвалено до друку / Accepted: 28.08.25

Serhii STETSENKO, PhD Student
ORCID ID: 0009-0005-9656-8972
e-mail: stetsenko.sumdpu@gmail.com
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Sumy, Ukraine

HEART RATE VARIABILITY, SLEEP QUALITY, AND LIPID PROFILE AS BIOMARKERS OF CARDIOMETABOLIC RISK IN MIDDLE-AGED WOMEN

Background. *Sleep disturbances, autonomic nervous system imbalance, and metabolic alterations are considered interrelated factors contributing to increased cardiometabolic risk, particularly in middle-aged women under chronic stress. However, further clarification on the role of heart rate variability (HRV), sleep quality, and lipid profile as integrated biomarkers of physiological reserve destabilization and potential cardiovascular pathology is required.*

Methods. *The study involved 70 women aged 35–55 years, divided into two groups: the experimental group (with chronic sleep disturbances, PSQI ≥ 5 points) and the control group (no sleep complaints). HRV was assessed using 24-hour Holter ECG monitoring and spectral and time-domain analysis (SDNN, RMSSD, LF/HF, AMo). Participants also completed the PSQI questionnaire, and their blood lipid profile (TC, HDL, LDL, TG, AI) was determined. All participants were examined voluntarily with informed consent. Statistical analysis included descriptive statistics, the Mann-Whitney U test, and Spearman correlation analysis.*

Results. *Women with sleep disturbances had significantly lower HRV indicators, including SDNN (24.4 ± 4.7 ms vs. 41.8 ± 5.2 ms, $p < 0.01$) and RMSSD (17.9 ± 3.7 ms vs. 32.6 ± 4.4 ms, $p < 0.01$), and higher AMo and LF/HF ratio (3.42 ± 0.11 vs. 1.28 ± 0.14 , $p < 0.01$), indicating sympathetic predominance and autonomic dysregulation. These women also showed marked impairments in sleep quality: shorter duration and lower sleep efficiency, higher subjective fatigue, frequent use of hypnotics, and morning tiredness, accompanied by a significantly higher total PSQI score ($p < 0.01$). Additionally, this group exhibited signs of atherogenic changes: elevated LDL levels (3.73 ± 0.37 mmol/L), triglycerides (1.96 ± 0.25 mmol/L), and atherogenic index (4.49 ± 0.56), along with reduced HDL levels (1.07 ± 0.18 mmol/L), compared to the control group ($p < 0.01$). Correlation analysis confirmed associations between sleep quality, HRV, and lipid profile indicators.*

Conclusions. *The findings indicate a close systemic relationship between sleep disorders, autonomic dysfunction, and atherogenic metabolic changes in middle-aged women. A comprehensive assessment of sleep quality index, heart rate variability, and lipid profile has prognostic significance. It may be a marker of cardiometabolic risk and reduced physiological reserves in this population.*

Keywords: *heart rate variability, sleep disturbances, lipid profile, cardiometabolic risk, middle-aged women, autonomic dysfunction.*

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; у рішенні про публікацію результатів.

The author declares no conflicts of interest. The funders had no role in the study's design; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.