

УДК: 618.3-06:616.12-008.331.1]-074-073.7-073.432.19
DOI: 10.24061/2413-4260. XV.4.58.2025.17

Н. Русой¹, А. Бербець¹, Л. Юр'єва¹, Ш. Кант²

Буковинський державний медичний університет¹
(м. Чернівці, Україна)
Cleveland Clinic²
(Ohio, USA)

РІВНІ СЕРЦЕВОГО ПЕПТИДУ NT-PROBNP ТА ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНОГО ТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЯ ПРИ РАННІЙ ПРЕЕКЛАМПСІЇ ВАГІТНИХ

Резюме.

N-кінцевий промозковий натрійуретичний пептид NT-proBNP – серцевий пептид, який переважно синтезується та секретується міокардом лівого шлуночка. Він вважається одним із ключових біохімічних маркерів серцевих захворювань. Відомо, що його рівень у крові достовірно підвищується у пацієнтів із серцевою недостатністю. Втім, досі не проводилися дослідження взаємозв'язків між концентрацією NT-proBNP та показниками ЕКГ, та ультразвукового дослідження серця при патологічних станах, пов'язаних із вагітністю, зокрема при преєклампсії.

Мета дослідження. Вивчити зв'язок між концентраціями в сироватці крові серцевого пептиду NT-proBNP та показниками ЕКГ і ультразвукового дослідження серця при ранній преєклампсії вагітних.

Матеріал і методи. Загальна кількість жінок, включених до дослідження, склала 90 осіб. Всі вагітні були обстежені в терміні вагітності 32-36 тижнів. До основної групи увійшли 60 вагітних із ранньою помірною преєклампсією. Контрольну групу склали 30 жінок із фізіологічним перебігом вагітності. Рівень NT-proBNP визначали за допомогою тест-системи MAGLUMI BNP (виробник: Shēnzhèn New Industries Biomedical Engineering, Шеньчжень, Кунтай); забір венозної крові у вагітних проводили одноразово натще о 8:00 ранку. ЕКГ серця проводилось на апараті Neason ECG600G, 6/12-канальний кардіограф медичний апарат ЕКГ. УЗД серця проводилось із використанням системи ультразвукового апарату GE Voluson E8 Expert Зав. 3143/1144/0178 Виробник: General Electric, Австрія. Схвалення Комісії з питань біоетики Буковинського державного медичного університету (Протокол № 2 від 09.02.2015 р.). Статистична обробка результатів здійснювалася на персональному комп'ютері із використанням пакету програмного забезпечення «Statistica» (StatSoft Inc., Version 13, США), Microsoft Excel (2010), Microsoft Office (2010) та MedCalc Software (Version 16.1). Порівняння кількісних показників здійснювалося із використанням t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Дослідження проводили у межах комплексної науково-дослідної роботи кафедри акушерства і гінекології БДМУ на тему: «Збереження та відновлення репродуктивного здоров'я жінок та дівчат при акушерській і гінекологічній патології»; державний реєстраційний номер: 0121U110020; термін виконання 01.2021-12.2025 рр.

Результати. У вагітних із ранньою ПЕ діагностовано вірогідно вищий середній рівень NT-proBNP, порівняно з контролем (79,5±37,4 пг/мл і 32,0±12,0 пг/мл, $p < 0,001$). У пацієток основної групи спостерігалось вірогідне збільшення товщини задньої стінки, у порівнянні з КГ як у фазі діастолу (1,10 ± 0,05 см проти 0,82 ± 0,05 см, $p < 0,0001$), так і під час систоли (1,30 ± 0,04 см проти 1,10 ± 0,05 см, $p < 0,0001$). Подібні зміни відмічалися і для міжшлуночкової перетинки: у систолу її товщина досягала 1,30 ± 0,05 см проти 1,10 ± 0,06 см ($p < 0,0001$), а в діастолу – 1,09 ± 0,05 см проти 0,80 ± 0,04 см ($p < 0,0001$). У дослідній групі також виявлено зміни електрокардіографічних показників, порівняно зі здоровими вагітними. Середній інтервал PR у жінок з преєклампсією був подовжений до 208,0 ± 9,1 мс порівняно з 161,3 ± 8,4 мс у контрольній групі ($p < 0,0001$). Тривалість зубця Р збільшилася до 129,4 ± 9,0 мс проти 98,3 ± 11,4 мс ($p < 0,0001$), а комплекс QRS – до 107,9 ± 9,6 мс проти 88,8 ± 10,2 мс ($p < 0,0001$). Зубець Т подовжувався до 261,5 ± 9,2 мс порівняно з 180,2 ± 10,6 мс ($p < 0,0001$). Також відмічено збільшення інтервалу QT/QTc до 461,7 ± 10,0 мс проти 402,8 ± 10,2 мс ($p < 0,0001$). Нами встановлено наступні кореляційні зв'язки між показниками, що вивчалися: у жінок з преєклампсією значення NT-proBNP в плазмі крові слабо корелювало з товщиною міжшлуночкової перетинки в діастолу ($r = 0,291$, $p = 0,0093$), а також демонструвало слабку негативну кореляцію з інтервалом QT/QTc ($r = -0,21$, $p = 0,001$). У контрольній групі рівень NT-proBNP також демонстрував помірну кореляцію з товщиною задньої стінки лівого шлуночка в діастолу ($r = 0,312$, $p = 0,0089$) та слабку негативну – з інтервалом QT/QTc ($r = -0,205$, $p = 0,02$).

Висновки. 1. Рівень серцевого пептиду NT-proBNP вірогідно зростає в крові жінок, чия вагітність ускладнилася преєклампсією. 2. Отримані в групі жінок з ранньою помірною преєклампсією показники ЕКГ та УЗД серця відповідають типовим проявам початкової гіпертрофії лівого шлуночка. 3. Збільшення товщини стінок і міжшлуночкової перетинки є морфологічним маркером ремоделювання міокарду під впливом гемодинамічного перевантаження. 4. Електрокардіографічні ознаки – подовження інтервалів PR, QRS, QT та збільшення тривалості зубця Р і Т – відображають як уповільнення проведення імпульсу в міокарді, так і можливі зміни реполяризаційних процесів на тлі помірної преєклампсії.

Ключові слова: NT-proBNP; преєклампсія; вагітні жінки; ЕКГ, ехокардіографія.

Вступ

Серцеві натрійуретичні пептиди, зокрема N-кінцевий фрагмент мозкового натрійуретичного пептиду (NT-proBNP), є ключовими біомаркерами, що відображають стан серцево-судинної системи. Концентрація NT-proBNP змінюється за різних серцевих патологій, що робить його цінним інструментом для діагностики та прогнозування [1].

Коливання рівня цього пептиду ретельно досліджуються при різноманітних захворюваннях серця. Наприклад, за наявності ішемічної хвороби серця концентрація NT-proBNP відображає ступінь ішемії міокарду та ризик розвитку серцевої недостатності: чим вище рівень пептиду, тим більша ймовірність стійкої серцевої дисфункції [1]. У пацієнтів з артеріальною гіпертензією зростання NT-proBNP сигналізує про

перевантаження тиском і розвиток гіпертрофії лівого шлуночка, підвищуючи ризик серцевої недостатності та ускладнень [2].

Отже, контроль рівнів NT-proBNP має важливе значення для своєчасного виявлення патологічних змін і корекції терапії при різних серцевих захворюваннях. Водночас існують стани, що змінюють цей показник без явної патології. У жінок таким природним станом є вагітність. Деякі ускладнення, притаманні лише вагітним, здатні спричинити стійкі зміни концентрації NT-proBNP у плазмі крові, серед яких провідне місце посідає ПЕ.

Прееклампсія – одне з найнебезпечніших ускладнень вагітності [3-5]. Вона проявляється підвищеним артеріальним тиском і протеїнурією після 20-го тижня гестації [6] та впливає не лише на перебіг вагітності [7, 8], а й на серцево-судинну систему жінки у віддаленому майбутньому [9]. Дослідження показують, що основний механізм впливу ПЕ пов'язаний із порушенням ендотеліальної функції. Це призводить до зниження судинної релаксації, підвищення судинного опору, розвитку гіпертензії та зменшення синтезу вазоактивних речовин (оксиду азоту, тромбосану, простагландину), необхідних для нормальної роботи фетоплацентарного комплексу [10-16].

ПЕ супроводжується активацією прозапальних цитокінів і накопиченням вільних радикалів, що стимулює ремоделювання міокарда та розвиток фіброзу [17].

У частини жінок, які перенесли ПЕ, спостерігається залишкова гіпертрофія лівого шлуночка, особливо за наявності артеріальної гіпертензії до вагітності, що порушує систолічну та діастолічну функцію серця [18]. Навіть після нормалізації артеріального тиску можуть залишатися порушення діастолічної функції серця, що свідчить про тривалі структурні зміни міокарда [19].

Жінки після перенесеної ПЕ мають вищу ймовірність розвитку гострої серцевої недостатності як під час вагітності, так і в ранньому післяпологовому періоді, а також підвищений ризик гіпертензії, ішемічної хвороби серця та хронічної серцевої недостатності у пізніші роки [20-24].

Таким чином, прееклампсія справляє глибокий вплив на серцево-судинну систему як у коротко-, так і в довгостроковій перспективі, що зумовлює потребу в ретельному кардіологічному нагляді за жінками навіть після завершення вагітності [25].

Для оцінки стану серця використовують ехокардіографію, магнітно-резонансну томографію та аналіз біомаркерів, зокрема NT-proBNP, тропонінів та інших показників [26]. Комбінація ЕКГ і ехокардіографії забезпечує комплексну оцінку електричної та структурно-функціональної діяльності серця, як під час вагітності, так і в післяпологовому періоді. Регулярне кардіологічне обстеження дає змогу своєчасно виявляти патологічні зміни, оптимізувати лікування і знижувати ризики для матері та плода [27, 28].

Біохімічно NT-proBNP утворюється під час розщеплення proBNP на активний BNP та неактивний NT-proBNP. Він синтезується кардіоміоцитами у відповідь на підвищення тиску наповнення шлуночків і біохіміч-

ний стрес міокарда [29-30]. Завдяки тривалому періоду напіввиведення NT-proBNP є зручним маркером для лабораторного моніторингу.

Втім, досі не проводилися дослідження взаємозв'язків між концентрацією NT-proBNP та показниками ЕКГ, та ультразвукового дослідження серця при патологічних станах, пов'язаних із вагітністю, зокрема при ПЕ.

Мета дослідження

Вивчити зв'язок між концентраціями в сироватці крові серцевого пептиду NT-proBNP та показниками ЕКГ і ультразвукового дослідження серця при ранній прееклампсії вагітних.

Матеріал і методи

Загальна кількість жінок, включених до дослідження, склала 90 осіб. Всі вагітні були обстежені в терміні вагітності 32-36 тижнів. До основної групи увійшли 60 вагітних із ранньою помірною ПЕ. Контрольну групу склали 30 жінок із фізіологічним перебігом вагітності. Включення пацієнток до груп дослідження відбувалося після підписання інформованої згоди.

Обстеження вагітних проводили на базі КНП «Чернівецький обласний перинатальний центр» та Медичного центру лікування безпліддя (м. Чернівці, Україна). Лабораторні дослідження здійснювались у навчально-науковій лабораторії Буковинського державного медичного університету, яка є сертифікованою.

Визначення рівня NT-proBNP здійснювалося за допомогою тест-системи MAGLUMI BNP (виробник: Shēnzhēn New Industries Biomedical Engineering, Шеньчжень, Китай). Забір венозної крові у вагітних проводили одноразово натще о 8:00 ранку. Для аналізу 500 мкл плазми поміщали в одноразові пробірки та завантажували в автоматичний хемілюмінесцентний імуноаналізатор MAGLUMI 1000.

Електрокардіографічне дослідження серця проводилось на апараті Neaso ECG600G, 6/12-канальний кардіограф медичний апарат ЕКГ.

УЗД серця проводилось із використанням системи ультразвукової діагностичної GE Voluson E8 Expert Зав. 3143/1144/0178 Виробник: General Electric, Австрія.

Проведення досліджень схвалено Комісією з питань біоетики Буковинського державного медичного університету (Протокол № 2 від 9.02.2015 р.). Дослідження виконувалися при дотриманні основних положень GCP (1996 р.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013 рр.), наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. (із змінами, внесеними згідно з Наказом МОЗ України № 523 від 12.07.2012 р.).

Статистична обробка результатів здійснювалася на персональному комп'ютері із використанням пакету програмного забезпечення «Statistica» (StatSoft Inc., Version 13, США), Microsoft Excel (2010), Microsoft Office (2010) та MedCalc Software (Version 16.1). Порівняння кількісних показників здійснювалося із використанням t-критерію Стюдента для незалежних вибірок.

Дослідження проводили у межах комплексної науково-дослідної роботи кафедри акушерства і гінекології БДМУ на тему: «Збереження та відновлення репродуктивного здоров'я жінок та дівчат при акушерській і гінекологічній патології»; державний реєстраційний номер: 0121U110020; термін виконання 01.2021-12.2025 рр.

Результати та їх обговорення

Було виявлено, що у пацієнок, чия вагітність ускладнилась ПЕ, середній рівень пептиду NT-proBNP був вірогідно підвищеним, порівняно з жінками з не-

ускладненою вагітністю ($79,5 \pm 37,4$ пг/мл, в контрольній групі $32,0 \pm 12,0$ пг/мл, $p < 0,001$). Отже, концентрація NT-proBNP в плазмі крові вагітних з преєклампсією була майже в два з половиною рази вищою, порівняно зі здоровими вагітними жінками.

У проведеному дослідженні встановлено достовірні відмінності показників як ехокардіографічних параметрів лівого шлуночка, так і електрокардіографічних характеристик між жінками дослідної та контрольної груп.

В таблиці 1 наведено порівняльну характеристику показників ЕКГ у жінок з ранньою помірною ПЕ і у здорових вагітних.

Таблиця 1

Показники електрокардіографії у жінок з ранньою помірною преєклампсією

Показник	Дослідна група (n=60)	Контрольна група (n=30)	p
ЕКГ – інтервал PR/мс	$208,0 \pm 9,1$	$161,3 \pm 8,4$	$<0,0001$
ЕКГ – зубець P/мс	$129,4 \pm 9,0$	$98,3 \pm 11,4$	$<0,005$
ЕКГ – комплекс QRS/мс	$107,9 \pm 9,6$	$88,8 \pm 10,2$	$<0,005$
ЕКГ – зубець T/мс	$261,5 \pm 9,2$	$180,2 \pm 10,6$	$<0,005$
ЕКГ – QT/QTc/мс	$461,7 \pm 10,0$	$402,8 \pm 10,2$	$<0,0001$

Примітка: дані подані як середнє арифметичне $\pm$ стандартне відхилення.

Як видно з таблиці 1, у жінок з ранньою помірною ПЕ спостерігалось вірогідне подовження всіх вимірюваних часових електрокардіографічних показників.

У таблиці 2 подано результати ехокардіографічного дослідження вагітних жінок з помірною ПЕ.

Як видно з таблиці 2, у пацієнок ОГ, у яких спостерігалась рання помірна ПЕ, спостерігалось суттєве збільшення товщини задньої стінки та міжшлуночкової перетинки як в систолу, так і в діастолу, у порів-

нянні з контрольною групою. Такі результати можуть свідчити про наявність ремоделювання стінок лівого шлуночка, характерного для початкової (легкої) гіпертрофії міокарда.

При вивченні взаємозв'язків між показниками, що вивчалися, ми встановили наступне: у жінок із ранньою ПЕ значення NT-proBNP в плазмі крові слабо корелювало з товщиною міжшлуночкової перетинки в діастолу ($r = 0,291$, $p = 0,0093$, рис. 1).

Таблиця 2

Показники ехокардіографії у жінок з ранньою помірною преєклампсією

Показник	Дослідна група (n=60)	Контрольна група (n=30)	P
ТЗС ЛШ діастола	$1,10 \pm 0,05$	$0,82 \pm 0,05$	$<0,0001$
ТЗС ЛШ систола	$1,30 \pm 0,04$	$1,10 \pm 0,05$	$<0,005$
ТМШП систола	$1,30 \pm 0,05$	$1,10 \pm 0,06$	$<0,005$
ТМШП діастола	$1,09 \pm 0,05$	$0,80 \pm 0,04$	$<0,0001$

Примітка: дані подані як середнє арифметичне $\pm$ стандартне відхилення.

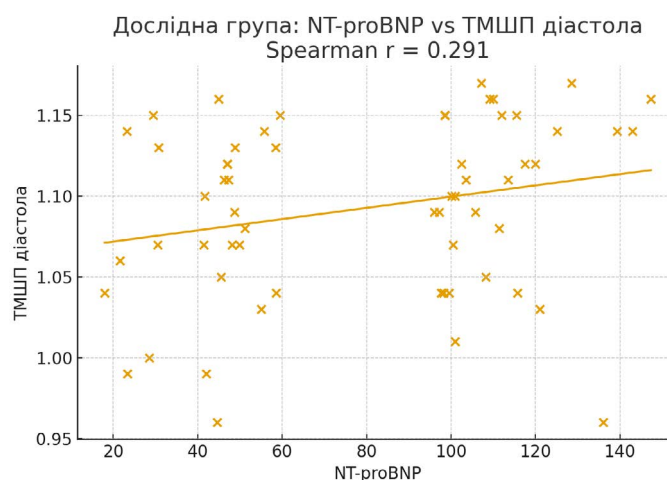


Рис. 1. Розподіл даних та графік кореляції між NT-proBNP та товщиною міжшлуночкової перетинки в групі жінок з преєклампсією

Окрім того, у основній групі нами було знайдено слабку негативну кореляцію між показником NT-

proBNP та інтервалом QT/QTc ($r = -0,21$, $p = 0,001$, рис. 2).

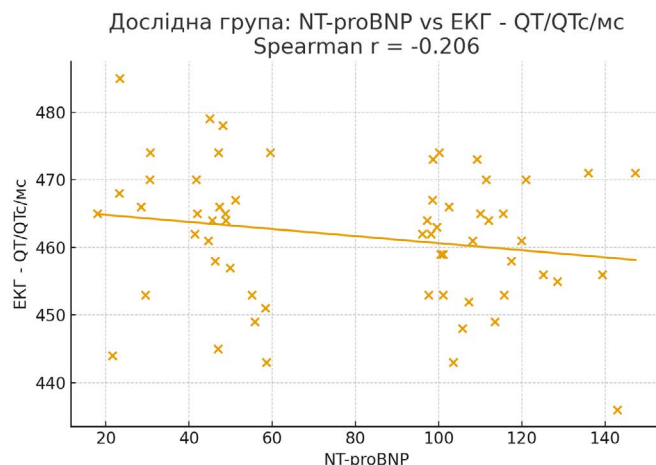


Рис. 2. Розподіл даних та графік кореляції між NT-proBNP та інтервалом QT/QTc в групі жінок із прееклампсією

У контрольній групі рівень NT-proBNP також демонстрував помірну кореляцію з товщиною задньої

стінки лівого шлуночка в діастолу ($r = 0,312$, $p = 0,0089$, рис. 3).

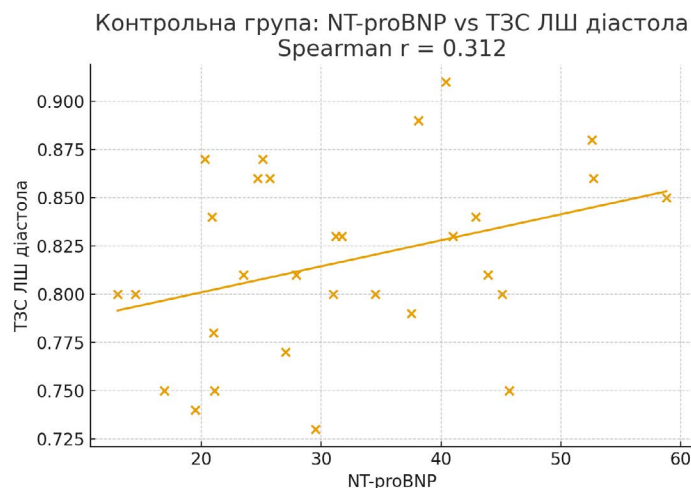


Рис. 3. Розподіл даних та графік кореляції між NT-proBNP та товщиною задньої стінки лівого шлуночка в діастолу в групі жінок із неускладненою вагітністю.

Також в групі жінок з неускладненою вагітністю ми виявили слабку негативну кореляцію між показ-

ником NT-proBNP та інтервалом QT/QTc ($r = -0,205$, $p = 0,02$, рис. 4).

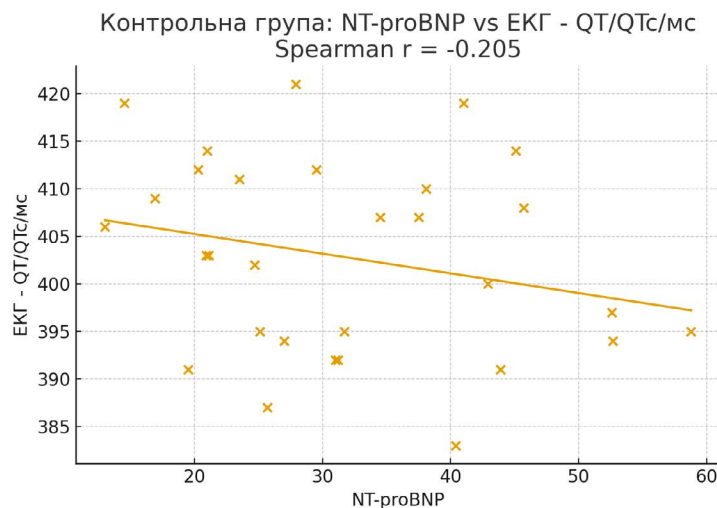


Рис. 4. Розподіл даних та графік кореляції між NT-proBNP та інтервалом QT/QTc в групі жінок із неускладненою вагітністю.

Як зазначалося раніше, рівень NT-proBNP слугує біомаркером, що характеризує стан серцево-судинної системи, зокрема функцію міокарда [28]. У період вагітності його концентрація може варіювати залежно від як фізіологічних, так і патологічних процесів.

Загалом, слід зазначити, що отримані нами дані про зміни функціонального стану міокарду у вагітних з ранньою помірною ПЕ відповідають типовим проявам початкової гіпертрофії лівого шлуночка. Збільшення товщини стінок і міжшлуночкової перетинки є морфологічним маркером ремоделювання міокарда під впливом хронічного гемодинамічного перевантаження [29]. Електрокардіографічні ознаки – подовження інтервалів PR, QRS, QT та збільшення тривалості зубця Р і Т – відображають як уповільнення проведення імпульсу в міокарді, так і можливі зміни реполяризаційних процесів, що співпадає з даними літератури про патогенез ПЕ вагітних [30].

Результати нашого дослідження підтверджують діагностичну цінність комплексної оцінки ехокардіографічних та ЕКГ-показників для раннього виявлення і моніторингу гіпертрофії лівого шлуночка навіть на стадії її легкого ступеня, що є наслідком ПЕ. Це має велике значення для подальшого стану здоров'я жінки по закінченню її вагітності, зокрема, стосовно ризику розвитку у пацієнтки хронічної гіпертензії. Моніторинг такого важливого показника, як NT-proBNP дозволить практичним лікарям виділяти серед породіль групу ри-

зику стосовно розвитку хронічної гіпертензії та вчасно призначати їм відповідне до їхнього стану лікування.

Висновки

1. Рівень серцевого пептиду NT-proBNP вірогідно зростає в крові жінок, чия вагітність ускладнилася преєклампсією.

2. Отримані в групі жінок із ранньою помірною ПЕ показники ЕКГ та УЗД серця відповідають типовим проявам початкової гіпертрофії лівого шлуночка.

3. Збільшення товщини стінок і міжшлуночкової перетинки є морфологічним маркером ремоделювання міокарда під впливом гемодинамічного перевантаження.

4. Електрокардіографічні ознаки – подовження інтервалів PR, QRS, QT та збільшення тривалості зубця Р і Т – відображають як уповільнення проведення імпульсу в міокарді, так і можливі зміни реполяризаційних процесів на тлі ранньої помірної ПЕ.

Перспективи подальших досліджень. Розробка прогностичних моделей для виділення груп високого ризику розвитку серцево-судинних ускладнень у вагітних із преєклампсією.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Стаття опублікована без будь-якої фінансової підтримки.

Література:

1. Bayes-Genis A, Docherty KF, Petrie MC, Januzzi JL, Mueller C, Anderson L, et al. Practical algorithms for early diagnosis of heart failure and heart stress using NT-proBNP: A clinical consensus statement from the Heart Failure Association of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2023;25(11):1891-8. DOI: <https://doi.org/10.1002/ehf.3036>. PMID: 37712339.
2. Tsutsui H, Albert NM, Coats AJS, Anker SD, Bayes-Genis A, Butler J, et al. Natriuretic peptides: role in the diagnosis and management of heart failure: a scientific statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Heart Failure Society of America and Japanese Heart Failure Society. *Eur J Heart Fail.* 2023;25(5):616-31. DOI: <https://doi.org/10.1002/ehf.2848>. PMID: 37098791.
3. Chang K-J, Seow K-M, Chen K-H. Preeclampsia: Recent Advances in Predicting, Preventing, and Managing the Maternal and Fetal Life-Threatening Condition. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):2994. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph20042994>. PMID: 36833689; PMCID: PMC9962022.
4. Vasilache IA, Scripcariu IS, Doroftei B, Bernad RL, Carauleanu A, Socolov D, et al. Prediction of Intrauterine Growth Restriction and Preeclampsia Using Machine Learning-Based Algorithms: A Prospective Study. *Diagnostics (Basel).* 2024;14(4):453. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14040453>. PMID: 38396491; PMCID: PMC10887724.
5. Khan B, Allah Yar R, Khakwani AK, Karim S, Arslan Ali H. Preeclampsia Incidence and Its Maternal and Neonatal Outcomes With Associated Risk Factors. *Cureus.* 2022;14(11): e31143. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.31143>. PMID: 36483900; PMCID: PMC9723483.
6. Magee LA, Brown MA, Hall DR, Gupta S, Hennessy A, Karumanchi SA, et al. The 2021 International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy classification, diagnosis and management recommendations for international practice. *Pregnancy Hypertens.* 2022;27:148-69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2021.09.008>. PMID: 35066406.
7. Mustary M, Syafar M, Ansariadi, Riskiyani S, Moedjiono AI, Erika KA, et al. Health literacy and risk factors for preeclampsia: A case-control study in community health centers of Maros district, south Sulawesi. *J Educ Health Promot.* 2025;14:315. DOI: <https://doi.org/10.4103/jehp.jehp174124>. PMID: 40917944; PMCID: PMC12413101.
8. Cresswell JA, Alexander M, Chong MYC, Link HM, Pejchinovska M, Gazeley U, et al. Global and regional causes of maternal deaths 2009-20: a WHO systematic analysis. *Lancet Glob Health.* 2025;13(4): e626-e634. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\)00560-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00560-6). PMID: 40064189; PMCID: PMC11946934.
9. Boakye E, Kwapong YA, Obisesan O, Ogunwale SM, Hays AG, Nasir K, et al. Nativity-Related Disparities in Preeclampsia and Cardiovascular Disease Risk Among a Racially Diverse Cohort of US Women. *JAMA Netw Open.* 2021;4(12): e2139564. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.39564>. PMID: 34928357; PMCID: PMC8689384.
10. Shaw LJ, Patel K, Lala-Trindade A, Feltoovich H, Vieira L, Kontorovich A, et al. Pathophysiology of Preeclampsia-Induced Vascular Dysfunction and Implications for Subclinical Myocardial Damage and Heart Failure. *JACC Adv.* 2024;3(6):100980. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2024.100980>. PMID: 38938863; PMCID: PMC11198310.
11. Stanhewicz AE, Nuckols VR, Pierce GL. Maternal microvascular dysfunction during preeclamptic pregnancy. *Clin Sci (Lond).* 2021;135(9):1083-101. DOI: <https://doi.org/10.1042/CS20200894>. PMID: 33960392; PMCID: PMC8214810.
12. Brosens I, Puttemans P, Benagiano G. Placental bed research: I. The placental bed: from spiral arteries remodeling to the great obstetrical syndromes. *Am J Obstet Gynecol.* 2019;221(5):437-456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.05.044>. PMID: 31163132.

13. Burton GJ, Jauniaux E, Moffett A. Formation of the placental membranes and pathophysiological origin of associated great obstetrical syndromes. *Am J Obstet Gynecol*. 2025;233(6):517-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2025.07.039>. PMID: 40744286.
14. Honigberg MC. Understanding Heart Failure in Women With Preeclampsia: A Call for Prevention. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(23):2291-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.09.1361>. PMID: 34857090.
15. Villalain C, Gomez-Arriaga P, Simon E, Galindo A, Herraiz I. Longitudinal changes in angiogenesis biomarkers within 72 h of diagnosis and time-to-delivery in early-onset preeclampsia. *Pregnancy Hypertens*. 2022;28:139-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2022.03.009>. PMID: 35381472.
16. Tabacco S, Ambrosii S, Polsinelli V, Fantasia I, D'Alfonso A, Ludovisi M, et al. Pre-Eclampsia: From Etiology and Molecular Mechanisms to Clinical Tools-A Review of the Literature. *curr issues mol biol*. 2023;45(8):6202-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/cimb45080391>. PMID: 37623210; PMCID: PMC10453909.
17. Ukah UV, Dayan N, Potter BJ, Paradis G, Ayoub A, Auger N. Severe Maternal Morbidity and Long-Term Risk of Cardiovascular Hospitalization. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2022;15(2): e008393. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008393>. PMID: 35098729.
18. Mou AD, Barman Z, Hasan M, Miah R, Hafsa JM, Das Trisha A, et al. Prevalence of preeclampsia and the associated risk factors among pregnant women in Bangladesh. *Sci Rep*. 2021;11(1):21339. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00839-w>. PMID: 34716385; PMCID: PMC8556297.
19. Melchiorre K, Thilaganathan B, Giorgione V, Ridder A, Memmo A, Khalil A. Hypertensive Disorders of Pregnancy and Future Cardiovascular Health. *Front Cardiovasc Med*. 2020;7:59. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.00059>. PMID: 32351977; PMCID: PMC7174679.
20. Bortnick AE, Lama von Buchwald C, Hasani A, Liu C, Berkowitz JL, Vega S, et al. Persistence of abnormal global longitudinal strain in women with peripartum cardiomyopathy. *Echocardiography*. 2021;38(6):885-91. DOI: <https://doi.org/10.1111/echo.15071>. PMID: 33963787; PMCID: PMC8715768.
21. Bellamy L, Casas JP, Hingorani AD, Williams DJ. Pre-eclampsia and risk of cardiovascular disease and cancer in later life: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2007;335(7627):974. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.39335.385301.BE>. PMID: 17975258; PMCID: PMC2072042.
22. Chuang CJ, Chiou WY, Yang HJ, Lin HY, Hung SK, Lee MS, et al. Impact of preeclampsia/eclampsia on hemorrhagic and ischemic stroke risk: A 17 years follow-up nationwide cohort study. *PLoS One*. 2022;17(11): e0276206. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276206>. PMID: 36350825; PMCID: PMC9645593.
23. Williams D, Stout MJ, Rosenbloom JJ, Olsen MA, Joynt Maddox KE, Deych E, et al. Preeclampsia Predicts Risk of Hospitalization for Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(23):2281-90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.09.1360>. PMID: 34857089; PMCID: PMC8647839.
24. Hauge MG, Damm P, Kofoed KF, Ersboll AS, Johansen M, Sigvardsen PE, et al. Early Coronary Atherosclerosis in Women With Previous Preeclampsia. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(23):2310-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.03.381>. PMID: 35680182.
25. Bergman K, Svanvik T, Basic C, Rosengren A, Zverkova Sandstrom T, Celind J, et al. Heart disease in pregnancy and risk of pre-eclampsia: a Swedish register-based study. *Open Heart*. 2024;11(1): e002728. DOI: <https://doi.org/10.1136/openhrt-2024-002728>. PMID: 38782544; PMCID: PMC11116857.
26. Garrido-Gimenez C, Cruz-Lemini M, Alvarez FV, Nan MN, Carretero F, Fernandez-Oliva A, et al. On Behalf Of The EuroPE Working Group. Predictive Model for Preeclampsia Combining sFlt-1, PlGF, NT-proBNP, and Uric Acid as Biomarkers. *J Clin Med*. 2023;12(2):431. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12020431>. PMID: 36675361; PMCID: PMC9866466.
27. Goetze JP, Bruneau BG, Ramos HR, Ogawa T, de Bold MK, de Bold AJ. Cardiac natriuretic peptides. *Nat Rev Cardiol*. 2020;17(11):698-717. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0381-0>. PMID: 32444692.
28. Castiglione V, Aimò A, Vergaro G, Saccaro L, Passino C, Emdin M. Biomarkers for the diagnosis and management of heart failure. *Heart Fail Rev*. 2022;27(2):625-43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10741-021-10105-w>. PMID: 33852110; PMCID: PMC8898236.
29. Rosol N, Procyk G, Kacperczyk-Bartnik J, Grabowski M, Gasecka A. N-terminal prohormone of brain natriuretic peptide in gestational hypertension and preeclampsia – State of the art. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2024;297:96-105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2024.04.007>. PMID: 38603986.
30. Parlati ALM, Madaudo C, Nuzzi V, Manca P, Gentile P, Di Lisi D, et al. Biomarkers for Congestion in Heart Failure: State-of-the-art and Future Directions. *Card Fail Rev*. 2025;11: e01. DOI: <https://doi.org/10.15420/cfr.2024.32>. PMID: 39981305; PMCID: PMC11836606.

LEVELS OF N-TERMINAL PRO-BRAIN NATRIURETIC PEPTIDE AND ELECTROCARDIOGRAPHIC AND ECHOCARDIOGRAPHIC PARAMETERS OF THE HEART IN EARLY-ONSET PREECLAMPSIA DURING PREGNANCY

N. Rusoi¹, A. Berbets¹, L. Yurieva¹, Sh. Kant²

Bukovinian State Medical University¹
(Chernivtsi, Ukraine)
Cleveland Clinic²
(Ohio, USA)

Summary.

N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) is a cardiac peptide primarily synthesized and secreted by left ventricular myocytes. It is recognized as one of the principal biochemical markers of cardiovascular disorders. Elevation of its concentration has been consistently observed in patients with heart failure. However, investigations into the association between NT-proBNP levels and electrocardiographic or echocardiographic findings in pregnancy-related pathological conditions, particularly preeclampsia, remain limited.

The aim of the research. To evaluate the association between NT-proBNP concentrations and electrocardiographic and echocardiographic parameters of the heart in early-onset preeclampsia.

Material and methods. A total of 90 pregnant women were enrolled in the study. All participants underwent examination between 32 and 36 weeks of gestation. The main group comprised 60 patients with pregnancies complicated by early-onset moderate preeclampsia. The control group included 30 women with uncomplicated pregnancies.

NT-proBNP levels were measured using the MAGLUMI NT-proBNP assay (Shenzhen New Industries Biomedical Engineering Co., Ltd., Shenzhen, China). Venous blood samples were collected once at 08:00 after an overnight fast. Electrocardiography was performed using a Heaco ECG600G six/twelve-channel electrocardiograph. Echocardiography was conducted with a GE Voluson E8 Expert ultrasound system (serial number 3143/1144/0178; GE Healthcare, Austria).

The study was approved by the Bioethics Committee of Bukovinian State Medical University (Protocol No. 2 dated 9 February 2015). Numerical data were analysed using statistical methods. The investigation was performed as part of a research project at the Department of Obstetrics and Gynecology, Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine).

Statistical analysis was carried out on a personal computer using Statistica software (Microsoft Excel 2010, Microsoft Office 2010, and MedCalc version 16.1), with application of Student's t-test for independent samples.

This study was conducted as part of the research project entitled «Preservation and Restoration of Reproductive Health in Women and Girls with Obstetric and Gynecological Pathologies» at the Department of Obstetrics and Gynecology, Bukovinian State Medical University; state registration number 0121U110020 (2021-2025).

Results. Mean NT-proBNP levels were found to be substantially higher in women with preeclampsia than in the control group (79.5 ± 37.4 pg/mL versus 32.0 ± 12.0 pg/mL; $p < 0.001$). In patients of main group with early-onset preeclampsia, increased thickness of the left ventricular posterior wall was observed both in diastole (1.10 ± 0.05 cm versus 0.82 ± 0.05 cm in the CG, $p < 0.0001$), and in systole (1.30 ± 0.04 cm versus 1.10 ± 0.05 cm, $p < 0.0001$). Comparable changes were noted for the interventricular septum thickness: 1.30 ± 0.05 cm in systole versus 1.10 ± 0.06 cm ($p < 0.0001$) and 1.09 ± 0.05 cm in diastole versus 0.80 ± 0.04 cm ($p < 0.0001$). Alterations in electrocardiographic parameters were identified in the MG compared with women with uncomplicated pregnancies. The duration of the P wave was increased (129.4 ± 9.0 ms versus 98.3 ± 11.4 ms; $p < 0.0001$), as was the QRS complex (107.9 ± 9.6 ms versus 88.8 ± 10.2 ms; $p < 0.0001$). Prolongation of the T wave was also observed (261.5 ± 9.2 ms versus 180.2 ± 10.6 ms; $p < 0.0001$). An increase in the QT/QTc interval was noted (461.7 ± 10.0 ms versus 402.8 ± 10.2 ms; $p < 0.0001$).

Correlations between the parameters examined were established as follows: in women with preeclampsia, a weak positive correlation was observed between plasma NT-proBNP levels and interventricular septum thickness in diastole ($r = 0.291$; $p = 0.0093$), together with a weak negative correlation with the QT/QTc interval ($r = -0.21$; $p = 0.001$). In the CG, NT-proBNP levels exhibited a moderate positive correlation with left ventricular posterior wall thickness in diastole ($r = 0.312$; $p = 0.0089$) and a weak negative correlation with the QT/QTc interval ($r = -0.205$; $p = 0.02$).

Conclusions. 1. Plasma levels of the cardiac peptide NT-proBNP are markedly elevated in women with pregnancies complicated by preeclampsia. 2. Electrocardiographic and echocardiographic parameters obtained in women with early-onset moderate preeclampsia are consistent with early manifestations of left ventricular hypertrophy. 3. Increased thickness of the ventricular walls and interventricular septum represents a morphological marker of myocardial remodelling in response to haemodynamic overload. 4. Electrocardiographic findings – prolongation of the PR, QRS, and QT intervals together with increased duration of the P and T waves – indicate delayed impulse conduction in the myocardium as well as potential alterations in repolarisation processes in the context of moderate preeclampsia.

Keywords: Echocardiography; NT-proBNP; Preeclampsia; Pregnancy.

Контактна інформація:

Русой Наталія – аспірантка кафедри акушерства та гінекології, Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна).

e-mail: Nataliya02041995@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9064-2987>

Бербець Андрій – д. мед. н., завідувач кафедри акушерства та гінекології, Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна).

e-mail: berbets.andrij@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9027-5256>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/D-6526-2017>

Юр'єва Лілія – к. мед. н., доцентка закладу вищої освіти кафедри акушерства, гінекології та перинатології, Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна).

e-mail: yuryeva.lilia@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0965-4361>

ResearchID: <http://www.researcherid.com/rid/D-3420-2017>

Шаші Кант – науковий співробітник Клівленд клініки, (Огайо, США)

e-mail: drskant01@gmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0007-3186-3887>

Contact Information:

Natalia Rusoy – Postgraduate Student at the Department of Obstetrics and Gynecology, Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)

e-mail: Nataliya02041995@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9064-2987>

Andrii Berbets – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology, Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine).

e-mail: berbets.andrij@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9027-5256>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/D-6526-2017>

Lilia Yurieva – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Institution of Higher Education, Department of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Bukovynian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)

e-mail: yuryeva.lilia@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0965-4361>

ResearchID: <http://www.researcherid.com/rid/D-3420-2017>

Shashi Kant – Research Scholar at Cleveland Clinic (Ohio, USA)

e-mail: drskant01@gmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0009-0007-3186-3887>

Надійшло до редакції 18.09.2025 р.

Підписано до друку 27.11.2025 р.

