

## ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЯЦІЇ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ПІД ЧАС РОЗУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ЖІНОК В РІЗНІ ФАЗИ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛУ

*В роботі досліджено ряд психофізіологічних функцій та механізми регуляції серцевого ритму молодих жінок в різні фази менструального циклу. Показано, що найбільш чутливою до коливання ендогенних статевих гормонів протягом менструального циклу є точність асоціативної пам'яті, яка є найвищою під час овуляції. За показниками варіативності серцевого ритму виявлено збільшення активності симпатичного відділу автономної нервової системи в стані спокою під час лютеїнової фази порівняно з фолікулярною. Розумове навантаження в лютеїнову фазу не супроводжувалось закономірним для таких умов ростом симпатичної активності, так як її вихідний рівень вже був високим.*

**Ключові слова:** фази менструального циклу, варіабельність серцевого ритму, розумове навантаження.

*В работе исследован ряд психофизиологических функций и механизмы регуляции сердечного ритма у молодых женщин в разные фазы менструального цикла. Показано, что наиболее чувствительной к колебаниям эндогенных половых гормонов была точность ассоциативной памяти, которая была наибольшей во время фазы овуляции. По показателям вариабельности сердечного ритма выявлено увеличение активности симпатического отдела автономной нервной системы в состоянии покоя во время лютеиновой фазы по сравнению с фолликулярной. Умственная нагрузка в лютеиновую фазу не сопровождалась закономерным в таких условиях ростом симпатической активности, так как её исходный уровень был высоким.*

**Ключевые слова:** фазы менструального цикла, вариабельность сердечного ритма, умственная нагрузка.

*The number of cognitive functions and mechanisms of cardiac rhythm regulation in the different phases of menstrual cycle were investigated in young women. It is shown that most sensible to oscillation of endogenous sexual hormones during a menstrual cycle was exactness of associative memory which was maximal during ovulation. Based on the indexes of heart rate variation it was found out, that sympathetic nervous activity in the luteal phase is greater than in the follicular phase. Mental performance in luteal phase was not accompanied appropriate for such conditions growth of sympathetic activity, so as its initial level already was high.*

**Keywords:** phases of menstrual cycle, heart rate variability, mental load.

### Вступ

Відомо, що зниження рівня естрогенів в період менопаузи негативно впливає не лише на серцево-судинну та опорно-рухову системи, а й на когнітивні функції жінок, зокрема на пам'ять і увагу. Оскільки естрогенові рецептори виявлені в мозкових структурах, що є необхідними для запам'ятовування і відтворення інформації (гіпокамп, кора великих півкуль) [1], а естрогени впливають на основні нейротрансмітерні системи мозку, зокрема холінергічну [2], це може пояснювати вплив цього гормону на перебіг когнітивних функцій. Коливання рівня естрогену і

прогестерону протягом менструального циклу в молодих жінок є прийнятною природною моделлю для вивчення можливого зв'язку між рівнем статевих гормонів та ефективності запам'ятовування та уваги. Наявні літературні дані щодо залежності функцій уваги і пам'яті від фаз менструального циклу є досить суперечливими. В деяких дослідженнях взаємозв'язку між когнітивними функціями та фазами менструального циклу не виявлено [3]. Кілька досліджень вказують на те, що під час лютеїнової фази покращується виконання тестів на вербальну пам'ять та моторні навички порівняно з результатами в ранню фолікулярну фазу [4,5], причому показники цих тестів позитивно корелювали з рівнем прогестерону в плазмі, а не естрогену. В іншому дослідженні [6] показано, що результати тесту на вербальну плинність позитивно корелюють з рівнем естрадіолу, тоді як просторові здібності негативно корелюють з вмістом цього гормону в крові. Поряд з цим, досліджено, що в фолікулярну фазу жінки краще виконують просторові завдання, порівняно з лютеїною фазою [7], що дозволило авторам зробити припущення, що високий рівень естрогенів сприяє виконанню вербальних завдань, в яких жінки традиційно мають перевагу і погіршує виконання завдань на просторові здібності, в яких зазвичай переважають чоловіки [1]. Зважаючи на локалізацію естрогенових рецепторів в різних структурах мозку, ймовірно передбачити, що серед усіх когнітивних функцій найбільш чутливою до коливань цього гормону повинна бути пам'ять.

Метою даного дослідження було оцінити можливий вплив коливання ендогенних статевих гормонів на когнітивні функції та стан механізмів регуляції серця в стані спокою та під час розумового навантаження в молодих жінок з регулярним менструальним циклом.

### Методика

В дослідженні взяло участь 20 студенток університету, віком 20-23 років ( $20,9 \pm 0,40$ ), з регулярним впродовж року менструальним циклом тривалістю 26-33 дні, які не вживали гормональні протизаплідні препарати. Всі обстежувані були здорові, тобто на момент дослідження не вживали ліків, не хворіли на неврологічні чи психіатричні захворювання. Кожна учасниця брала участь в дослідженні тричі в різні фази менструального циклу: 1) під час фолікулярної фази (2-5 день); 2) під час овуляції (13-17 день); 3) під час лютеїнової фази (21-25 день). Наявність і час овуляції перевірялись за характером кристалізації слини за допомогою тест-мікроскопа «Арбор» (реєстраційне свідоцтво МЗ України № 817/2002). Метод заснований на тому, що під час овуляції, коли концентрація естрогенів в крові жінки стає максимальною, в слині зростає концентрація солей, що виявляється в максимальній кристалізації слини – феномен «листочків папороті».

На кожному етапі обстежувані виконували ряд тестів когнітивних функцій, під час виконання яких реєстрували 5 хвилинні записи кардіоінтервалів за допомогою діагностичного комплексу «Спектр+». Серед психофізіологічних функцій досліджували асоціативну пам'ять (тест 1), нейродинамічні функції мозку (латентні періоди реакції вибору та реакцію стеження за рухомими об'єктом - тест 2), та увагу (тест 3). Дослідження асоціативної пам'яті проводилось за допомогою комп'ютерного тесту [10], який складався з 4-х блоків: 1) асоціації за схожістю; 2) асоціації за контрастом; 3) суміжність за часом; 4) суміжність за простором. Визначали наступні показники: точність при створенні асоціативних пар – відносна кількість помилок (кількість помилок / кількість тестових слів) і середній час відповідей при створенні асоціативних пар (с). До блоку тестування

нейродинамічних функцій входили тест «реакція вибору», де визначались латентні періоди (ЛП) реакції вибору (середній, правої і лівої руки, мс) та показники реакції стеження за рухомим об'єктом (точність реакції - середнє значення абсолютних значень відхилень від нуля (ум.од.), показник «збудження» та «гальмування» - середнє абсолютних значень відхилень від нуля випереджуючих та запізнюючих реакцій відповідно (ум.од.); показник «врівноваженість» як співвідношення «Збудження» і «гальмування») визначались за допомогою комп'ютерної реалізації методики Лейтеса Н.С. в програмі Status [11]. Для оцінки функцій уваги застосовували комп'ютерну версію коректурної проби за таблицями Анфімова. Концентрацію уваги оцінювали за індексом точності ( $K = S2 / n$ , де S - кількість переглянутих рядків, n - кількість помилок), також визначали середню швидкість роботи (кількість знаків за хвилину).

Для аналізу варіативності серцевого ритму (BCP) реєстрували кардіограму в передньому відведенні по Небу протягом 5 хв в стані спокою в положенні лежачи на спині (фон) та під час виконання тестів на асоціативну пам'ять (тест1), реакції вибору (тест2) та коректурної проби (тест3). Запис кардіограми під час тестування проводили не менше ніж через 10 хвилин після переходу з горизонтального у сидяче положення. Аналізу підлягали показники статистичного (часового) аналізу кардіоінтервалів: середнє квадратичне відхилення (SDNN), мода, амплітуда моди (AMo); та спектрального (частотного) аналізу: абсолютні потужності сумарного спектру (TP), високочастотної (HF), низькочастотної (LF) та «дуже» низькочастотної (VLF) складової серцевого ритму та відносні значення (%) зазначених спектральних компонентів.

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (Statsoft, USA, 2001). Оскільки розподіл майже всіх показників був відмінним від нормального (за критерієм Лілієфора), то для порівняння залежних вибірок застосовували T-критерій Вілкоксона. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним  $p=0.05$ . Для опису вибіркового розподілу вказували медіани та нижній і верхній кuartилі (Me [25; 75]).

### **Результати та їх обговорення**

Аналіз показників психофізіологічних функцій виявив, що в різні фази менструального циклу у обстежуваних відрізнялась тільки точність асоціативної пам'яті, тоді як показники, що характеризують процеси увагу та швидкість зорово-моторних реакцій не змінювались впродовж 3-х етапів дослідження (табл. 1). Так, під час фази овуляції відбувалось зменшення помилок в тесті на асоціативну пам'ять «за контрастом» та «суміжність за простором» порівняно з фолікулярною фазою. Важливо відзначити, що не зважаючи на менші значення медіан цих показників у лютеїнову фазу порівняно з фолікулярною, достовірної різниці між ними немає.

Як відомо, під час овуляції концентрація естрогенів в крові є максимальною, після чого відбувається її зниження. За даними літератури [4], коливання рівня естрогену має передусім впливати саме на пам'ять, так як велика кількість естрогенових рецепторів виявлена саме в нейронах тих мозкових структур, що відповідають за пам'ять (гіпокамп, префронтальна кора). Введення естрогену супроводжується збільшенням щільності дендритних шипиків у CA1 пірамідальних клітинах гіпокампу. Крім того, показано, що прийом естрогенів супроводжується посиленням мозкового кровотоку в гіпокампі та паргіпокампулярній звивині, що супроводжується покращенням виконання завдань на вербальну пам'ять в жінок постменопаузного віку [1]. Хоча ми й не визначали концентрацію естрогену в крові

обстежуваних, але покращення запам'ятовування саме під час овуляції може мати саме таке пояснення. Можливість ефекту тренування ми виключаємо, так як за нашими даними, повторні тестування приводять до зростання швидкості відповіді, а не зменшення кількості помилок, крім того, набір слів був відмінним в різні фази менструального циклу. Оскільки коливання рівня естрогену під час менструального циклу менш значні, ніж після менопаузи, порівняно з молодим віком, то й зміни ефективності запам'ятовування в нашому дослідженні також є не дуже значними, але достовірними.

Таблиця 1

Показники когнітивних функцій у різні фази менструального циклу  
(Me [25; 75], n=20)

Показник		Фолікулярна фаза	Овуляція	Лютеїнова фаза	
Асоціативна пам'ять	Час відповіді с	за схожістю	10,14 (8,74; 13,05)	10,03 (8,08; 12,46)	10,10 (8,59; 11,33)
		за контрастом	11,91 (8,24; 14,48)	10,72 (8,71; 13,18)	10,39 (7,98; 12,45)
		за часом	7,47 (5,38; 9,03)	6,43 (5,51; 8,34)	7,63 (5,23; 10,08)
		за простором	7,79 (5,88; 8,80)	7,30 (6,04; 8,03)	6,89 (5,90; 8,28)
	Точність К-сть пом/к-сть тест.слів	за схожістю	0,07 (0,00; 0,24)	0,07 (0,00; 0,17)	0,07 (0,00; 0,17)
		за контрастом	<b>0,13 (0,07; 0,24)</b>	<b>0,07 (0,00; 0,13) *</b>	0,07 (0,04; 0,13)
		за часом	0,19 (0,00; 0,38)	0,19 (0,00; 0,38)	0,13 (0,00; 0,44)
	за простором	<b>0,25 (0,00; 0,50)</b>	<b>0,05 (0,00; 0,32) *</b>	0,12 (0,00; 0,32)	
Латентний період реакції вибору, мс		403,06 (356,45; 447,60)	390,60 (341,30; 437,00)	398,95 (365,95; 444,95)	
Реакція вибору для правої руки, мс		381,54 (341,54; 433,56)	387,02 (352,21; 440,67)	388,27 (355,58; 443,46)	
Реакція вибору для лівої руки, мс		418,44 (368,02; 465,11)	396,25 (367,61; 448,02)	414,48 (367,09; 450,00)	
Точність реакції стеження, ум.од.		3,00 (2,00; 5,00)	3,00 (2,00; 4,00)	2,00 (2,00; 3,00)	
Збудження, ум.од.		7,00 (5,00; 8,50)	6,00 (4,00; 7,50)	6,00 (4,50; 7,00)	
Гальмування, ум.од.		4,00 (6,00; 3,00)	<b>4,00 (5,00; 3,00)</b>	<b>3,00 (4,00; 2,00) #</b>	
Урівноваженість		1,67 (1,16; 2,50)	1,69 (1,31; 2,38)	2,00 (1,50; 3,00)	
Концентрація уваги, ум.од.		66,00 (59,25; 72,30)	67,85 (58,90; 77,15)	71,00 (58,45; 76,45)	
Швидкість, знаків/хв		44,57 (39,47; 51,87)	48,07 (42,30; 53,97)	46,67 (39,57; 50,14)	

Примітки: \* -  $p < 0,05$  – значущі відмінності показника при овуляції по відношенню до фолікулярної фази.

# -  $p < 0,05$  – значущі відмінності показника у лютеїнову фазу по відношенню до овуляції.

Серед усіх інших психофізіологічних показників відбувалось лише невелике, проте вірогідне зменшення показника «гальмування» в тесті стеження за рухомим об'єктом, що відображує зменшення розкиду запізнюючих реакцій в лютеїнову фазу порівняно з овуляцією. Одним з можливих пояснень цьому може бути зростання активності симпатичного відділу автономної нервової системи в цю фазу, що підтверджується результатами аналізу варіативності серцевого ритму, і як наслідок, стабілізації функціональної системи. Щоправда, точність реакції в цілому не відрізнялася між фазами. Зазначимо, що всі показники, які характеризують швидкість обробки інформації (час відповідей, швидкість роботи в коректурній пробі, латентні періоди реакцій вибору), а також концентрація уваги, не відрізнялись впродовж циклу, що узгоджується з деякими даними літератури [3].

Колівання статевих гормонів впродовж менструального циклу можуть впливати на стан регуляторних систем організму, зокрема на активність відділів

автономної нервової системи. Для оцінки взаємозв'язку між станом регуляції серця та фазами менструального циклу ми використали показники варіативності серцевого ритму (VCP). Загалом, виконання всіх трьох завдань супроводжувалося зростанням впливу симпатичної нервової системи на роботу серця, що виявлялось в підвищенні ЧСС та зниженні моди в усі фази менструального циклу (табл.2). Найменше напруження, судячи із отриманих даних, викликав блок тестів реакції вибору та стеження за рухомим об'єктом, оскільки під час тестування ЧСС була нижчою, а значення моди вірогідно вищими порівняно з тестами на асоціативну пам'ять та коректурну пробу. Відносна потужність високочастотної складової, HF%, яка характеризує вагусні впливи на серце та активність автономного контура його регуляції, була найвищою під час реакції вибору, що також підтверджує «легкість» виконання цього тесту. Одним з показників VCP, який характеризує ступінь психоемоційного напруження людини, є потужність «дуже» низькочастотної складової спектру (VLF), і оскільки цей показник був найвищим під час тестування асоціативної пам'яті, можна зробити висновок, що він вимагав найбільшої мобілізації від обстежуваних.

Оцінка спектральних показників VCP виявила, що під час фолікулярної фази та овуляції виконання всіх психофізіологічних тестів супроводжувалося підвищенням відносної потужності низькочастотної складової спектра LF(%), що свідчить про активацію симпатичної модуляції серцевого ритму [12] і є нормальним в умовах розумового навантаження [13]. Під час лютеїнової фази зростання LF(%) під час тестування не відбувалося, але при цьому цей показник в стані спокою вже був вірогідно вищим, ніж у фолікулярну фазу та овуляцію (див. рис.1). Показник співвідношення LF/HF, який зростав під час виконання когнітивних тестів по відношенню до фону в фолікулярну фазу та овуляцію (табл. 2), що свідчить про гальмування парасимпатичних впливів на роботу серця внаслідок активації симпатичного відділу та розвиток психоемоційного напруження, під час лютеїнової фази не змінювався. Це також підтверджує вихідний високий рівень активності симпатичної системи в лютеїнову фазу.

Аналіз статистичних показників VCP також виявив характерні відмінності регуляції в лютеїнову фазу в напрямку збільшення активності симпатичної нервової системи. Так, виконання завдань під час фолікулярної фази та овуляції супроводжувалося зростанням амплітуди моди (АМо) порівняно з станом спокою (рис.2). У лютеїнову фазу АМо в спокої була вищою, і значимо не відрізнялася від значень під час когнітивних тестів. Динаміка зміни цього показника в лютеїнові фазу є зовсім інакшою, ніж у фолікулярну та овуляційну фази менструального циклу (рис.2).

Зростання амплітуди моди відображує зменшення розкиду тривалостей кардіоінтервалів, що притаманно для активації центрального контуру регуляції серцевого ритму і характерно для психічних навантажень. Високі значення амплітуди моди в стані спокою свідчать про зростання активності симпатичного відділу АНС під час лютеїнової фази [12]. Тобто виходячи з отриманих даних можна зробити висновок, що під час лютеїнової фази відбувається зсув серцевої регуляції в бік симпатичної нервової системи.

Отримані дані узгоджуються з результатами [14], які також показали зростання низькочастотного компонента спектру під час лютеїнової фази. Щоправда в їх обстежуваних (n=14) також відбувалось зменшення потужності високочастотної складової та зростання співвідношення LF/HF в лютеїнову фазу, чого ми не отримали в наших дослідженнях. В роботі Dimitriev D. з співавт. [15] виявлено

Таблиця 2

Показники варіативності серцевого ритму у стані спокою та під час тестування у різні фази менструального циклу (Me [25; 75]), n=20

Показник	Етап	Фолікулярна фаза	Овуляція	Лютеїнова фаза
Частота серцевих скорочень за хв	Фон	<b>71 (65; 78)</b>	<b>74 (62; 82)</b>	<b>74 (66; 81)</b>
	Тест 1	<b>82 (73; 87)**</b>	<b>81 (72; 91)**</b>	<b>81 (71; 87)**</b>
	Тест 2	<b>79 (73; 82)**##</b>	<b>79 (71; 90)**</b>	<b>78 (69; 90)**</b>
	Тест 3	<b>83 (77; 87)**&amp;&amp;</b>	<b>82 (75; 92)**&amp;</b>	<b>83 (75; 91)**+&amp;&amp;</b>
Мода, с	Фон	<b>0,84 (0,75; 0,93)</b>	<b>0,83 (0,73; 0,93)</b>	<b>0,81 (0,73; 0,91)</b>
	Тест 1	<b>0,75 (0,69; 0,85)**</b>	<b>0,76 (0,67; 0,86)**</b>	<b>0,75 (0,68; 0,86)**</b>
	Тест 2	<b>0,79 (0,75; 0,88)**##</b>	0,79 (0,70; 0,86)	<b>0,74 (0,65; 0,87)**</b>
	Тест 3	<b>0,72 (0,67; 0,85)**&amp;</b>	<b>0,73 (0,64; 0,81)**&amp;&amp;</b>	<b>0,74 (0,64; 0,82)**&amp;</b>
Середнє квадратичне відхилення, SDNN, мс	Фон	69 (53; 80)	63 (44; 89)	60 (44; 82)
	Тест 1	72 (53; 102)	56 (45; 83)	72 (49; 81)
	Тест 2	66 (44; 116)	67 (40; 105)	63 (47; 94)
	Тест 3	68 (49; 126)	61 (36; 94)	68 (42; 81)
Потужність «дуже» низькочастотної складової, VLF, мс <sup>2</sup>	Фон	1039 (528; 2340)	1649 (952; 2175)	1014 (894; 1272)
	Тест 1	<b>1285 (1189; 3429)</b>	1471 (1041; 2658)	<b>1769 (1175; 2595)</b>
	Тест 2	784 (487; 2272)	1003 (422; 3419)	<b>1029 (429; 1385)#</b>
	Тест 3	<b>934 (747; 2699)+</b>	1197 (654; 2378)	1247 (724; 1699)
Потужність низькочастотної складової LF, мс <sup>2</sup>	Фон	<b>1134 (540; 2052)</b>	<b>1013 (443; 1866)</b>	1374 (511; 2325)
	Тест 1	<b>2332 (1086; 3072)**</b>	<b>1401 (989; 2712)**</b>	1369 (752; 3082)
	Тест 2	<b>1907 (675; 3174)**</b>	<b>1436 (662; 5802)*</b>	1666 (682; 3519)
	Тест 3	<b>1823 (1397; 4471)**</b>	<b>1249 (897; 3001)^</b>	1621 (593; 3465)
Потужність високочастотної складової HF, мс <sup>2</sup>	Фон	1867 (1153; 3222)	1700 (439; 3025)	1456 (688; 3188)
	Тест 1	2095 (892; 3221)	1007 (555; 2662)	1420 (799; 2738)
	Тест 2	1976 (746; 6951)	1645 (545; 4670)	2065 (440; 3327)
	Тест 3	2126 (655; 7609)	952 (525; 2884)	1949 (443; 3812)
Співвідношення потужностей високочастотної і низькочастотної складових LF/HF	Фон	<b>0,65 (0,47; 0,95)</b>	<b>0,88 (0,37; 1,35)^</b>	0,71 (0,58; 1,35)
	Тест 1	<b>0,96 (0,64; 1,60)**</b>	<b>1,10 (0,87; 1,75)*</b>	0,94 (0,81; 1,30)
	Тест 2	0,87 (0,66; 1,05)	1,10 (0,66; 2,15)	0,83 (0,65; 1,65)
	Тест 3	<b>0,90 (0,76; 1,80)*</b>	1,15 (0,67; 1,50)	0,88 (0,68; 1,50)
Сумарна потужність спектра TP, мс <sup>2</sup>	Фон	4754 (2664; 6855)	4938 (2206; 8221)	4425 (2229; 7393)
	Тест 1	4971 (3441; 9595)	4248 (2805; 7332)	4689 (2628; 7527)
	Тест 2	4945 (2022; 12019)	4716 (2054; 13310)	4777 (2505; 7953)
	Тест 3	5061 (2932; 4314)	4149 (1887; 9532)	4617 (2110; 7983)
Потужність «дуже» низькочастотної складової, VLF %	Фон	<b>33 (21; 44)</b>	<b>37 (19; 64)</b>	<b>31 (20; 43)</b>
	Тест 1	<b>27 (21; 40)</b>	31 (20; 47)	<b>36 (27; 42)\$</b>
	Тест 2	<b>16 (10; 25)**##</b>	<b>25 (14; 32)**#</b>	<b>21 (10; 34)*#</b>
	Тест 3	17 (16; 33)	<b>33 (23; 42)&amp;</b>	27 (19; 36)
Потужність високочастотної складової, HF%	Фон	41 (30; 53)	34 (18; 52)	37 (28; 46)
	Тест 1	<b>35 (26; 44)</b>	<b>32 (22; 38)</b>	32 (25; 38)
	Тест 2	<b>44 (30; 55)#</b>	<b>36 (23; 51)#</b>	41 (29; 52)
	Тест 3	41 (19; 48)	30 (22; 43)	40 (29; 45)

Примітки: \*\* - p<0,01, \* - p<0,05 - тест відносно до фону;

## - p<0,01, # - p<0,05 - тест 2 відносно тесту 1;

++ - p<0,01, + - p<0,05 - тест 3 відносно тесту 1;

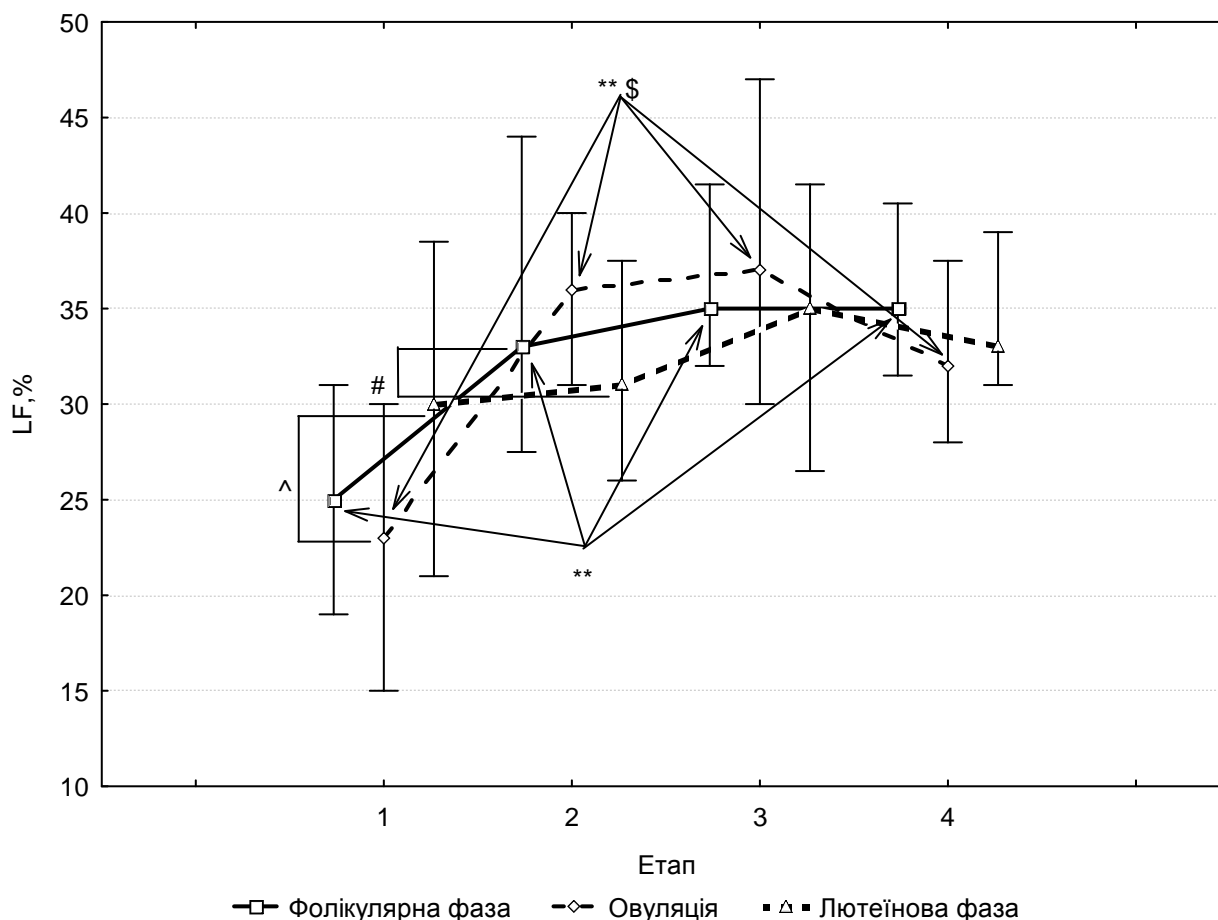
&& - p<0,01, & - p<0,05 - тест 3 відносно тесту 2;

Δ - p<0,05 - значущі відмінності показника у лютеїнову фазу по відношенню до овуляції

\$ - p<0,05 - значущі відмінності показника у лютеїнову фазу по відношенню до фолікулярної фази

^ - p<0,08 - відмінності показника у овуляцію по відношенню до фолікулярної фази.

зростання АМо , індексу напруги та тенденцію до зростання LF/HF під час лютеїнової фази порівняно з фолікулярною в 10 молодих жінок.



**Рис.1.** Потужність низькочастотної складової спектру (LF,%) у різні фази менструального циклу (n=20).

Примітки:

1. Стан спокою.
2. Тест на асоціативну пам'ять.
3. Тест «реакція вибору».
4. Тест «коректурна проба».

\*\* -  $p < 0,01$  – значущі відмінності показника під час тесту по відношенню до фону

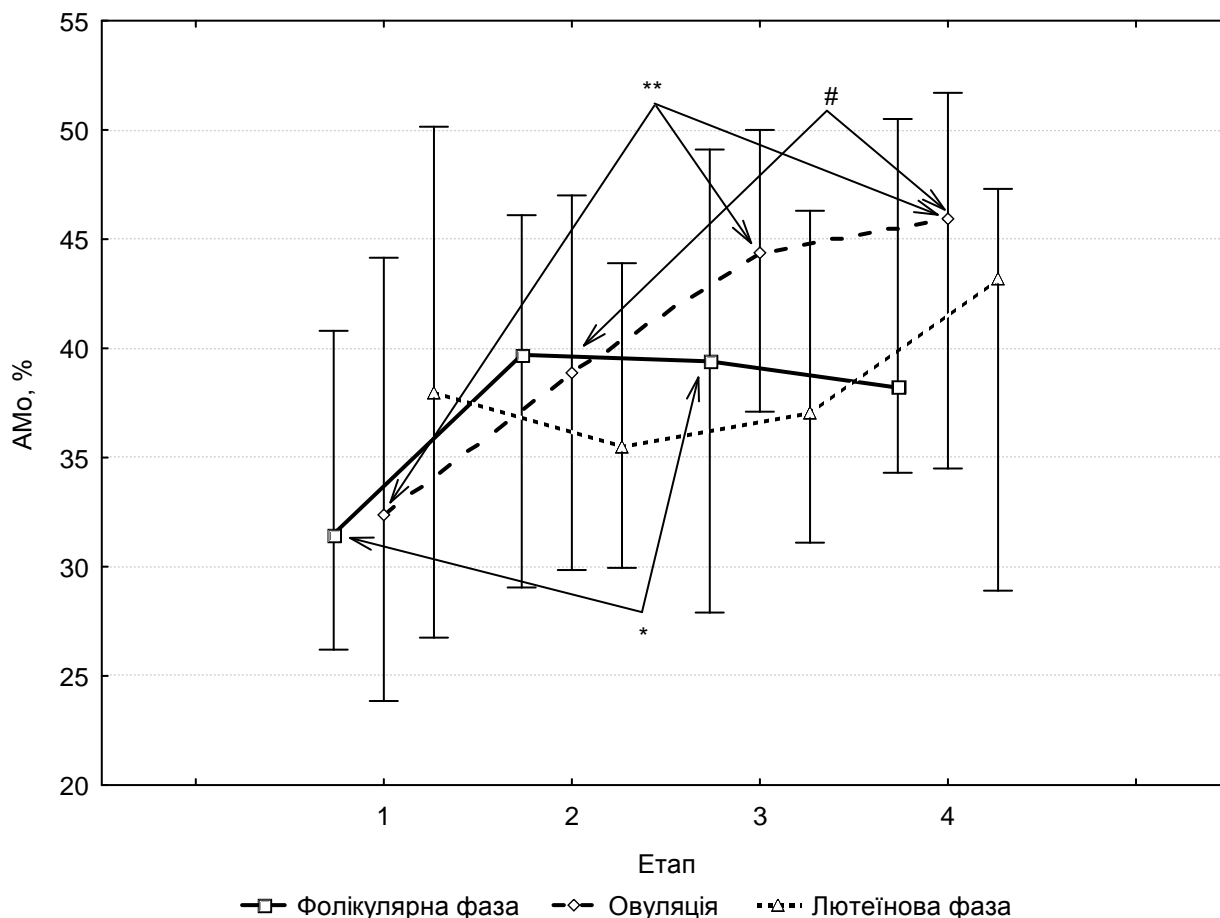
\$ -  $p < 0,05$  – значущі відмінності показника під час тесту 3 по відношенню до тесту 2

^ -  $p < 0,05$  – значущі відмінності показника у лютеїнову фазу по відношенню до овуляції

# -  $p < 0,05$  – значущі відмінності показника у лютеїнову фазу по відношенню до фолікулярної фази.

А от в дослідженні [16] отримані зовсім протилежні дані: зростання низькочастотного компонента в фолікулярну фазу та його зниження в лютеїнову. Але дослідження проводилось лише на 6 жінках, що, на нашу думку, є недостатнім для адекватної статистичної обробки даних. В дослідженні [17] зростання активності симпатичного відділу під час лютеїнової фази було пов'язано із рівнем вираженості передменструального синдрому. Причому в тих обстежуваних, які не мали скарг на його протікання, вірогідних змін активності відділів автономної нервової системи порівняно з фолікулярною фазою не було виявлено. А в обстежуваних, які страждали на передменструальний синдром, відмічалось суттєве зростання симпатичної активності в пізню лютеїнову фазу. Оскільки ми не робили опитування

щодо особливостей протікання передменструального синдрому в наших обстежуваних, цілком можливо, що групування за цим критерієм в наступному дослідженні виявить більш чіткі закономірності функціонування механізмів регуляції в різні фази менструального циклу. Висока активність симпатичного відділу під час лютеїнової фази виявлена не тільки опосередковано через показники ВСР. Так, в роботі Minson С.Т. з співавт. [18] показано, що середині лютеїнової фази вища чутливість симпатичного барорефлексу, та вища концентрація норадреналіну в плазмі порівняно з ранньою фолікулярною фазою. Який механізм лежить в основі підвищеної активності симпатичного відділу в лютеїнову фазу є питанням, яке залишається дискусійним.



**Рис. 2.** Амплітуда моди у різні фази менструального циклу в стані спокою та під час проходження тестів (n=20).

1-4 див. рис. 1.

Примітки:

\* -  $p < 0,05$  значущі відмінності показника під час тесту по відношенню до фону

\*\* -  $p < 0,01$  значущі відмінності показника під час тесту по відношенню до фону

# -  $p < 0,05$  значущі відмінності показника під час тесту 3 по відношенню до тесту 1.

### Висновки

1. Коливання статевих гормонів протягом менструального циклу в молодих жінок не впливають на показники, які характеризують швидкість обробки інформації (латентні періоди реакції вибору, час відповідей в тесті «асоціативна пам'ять»), швидкість роботи в коректурній пробі), а також на концентрацію уваги.



2. Під час фази овуляції відбувається деяке покращення точності асоціативної пам'яті, що ймовірно, може бути пов'язано із підвищенням рівня естрогену в цей період.
3. Під час лютеїнової фази спостерігається вища активність симпатичного відділу АНС порівняно з овуляцією та фолікулярною фазою. При цьому розумове навантаження в лютеїнову фазу супроводжується меншою напругою регуляторних систем за рахунок вихідної симпатичної активації.

### Література

1. Sherwin B.B.. Estrogen and Cognitive Functioning in Women // *Endocrine Reviews* – 2003. - V.24 (2).- P.133-151.
2. McEwen B.S. Estrogen action throughout the brain // *Recent Prog Horm Res.* - 2002. V.57. – P.357–384.
3. Gordon H.W., Lee P.A. No difference in cognitive performance between phases of the menstrual cycle // *Psychoneuroendocrinology* - 1993. – V.18. – P.521–531.
4. Phillips S.M., Sherwin B.B. Variations in memory function and sex steroid hormones across the menstrual cycle // *Psychoneuroendocrinology* -1992. - V.17. – P.497–506.
5. Keenan P.A., Lindamer L.A., Morgan M., Rapkin A.J., D'Elia L., Reading A., Goldman L. Cognitive functioning in premenstrual syndrome // *Obstet Gynecol.* - 1996. –V.88. – P.961–966.
6. Hampson E Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle // *Brain Cognition* 1990. – V.14. - P.26–43.
7. Hampson E, Kimura D. Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills // *Behav Neuroscience.* - 1988. – V.102. – P.456–459.
8. Maki P.M., Pich J.B., Rosenbaum S. Implicit memory varies across the menstrual cycle: estrogen effects in young women // *Neuropsychologia.* - 2002. – V.40. – P.518–529.
9. Філімонова Н.Б, Макаруч М.Ю., Мірошник Т., Качуріна К. Взаємозв'язки між показниками асоціативної і оперативної пам'яті у жінок та чоловіків // *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія «Біологія».* 2008. – (друк).
10. Філімонова Н.Б. Комп'ютерна експрес-методика для визначення психофізіологічного стану людини // В кн.:*Матеріали II Міжнародної наук.-метод. конф. "Культура здоров'я як предмет освіти". Херсонський держ. пед.ун-т., 2000р.* – с.204-209.
11. Гланц С. *Медико\_биологическая статистика.*— М.: Практика, 1998.— 459 с.
12. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // *Москва.* - 2000.
13. Malliani A. The Pattern of Sympathovagal Balance Explored in the Frequency Domain // *News in Physiological Sciences.* - 1999. - Vol. 14, № 3. – P. 111-117.
14. Sato N, Miyake S. Cardiovascular reactivity to mental stress: relationship with menstrual cycle and gender // *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.*- 2004 V.6. – P.215-223.
15. Dimitriev D.A., Saperova E.V., Dimitriev A.D., Karpenko Iu.D. Features of cardiovascular functioning during different phases of the menstrual cycle // *Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova.* 2007 - V.93 - №3. – P.300-305.
16. Princi T, Parco S, Accardo A, Radillo O, De Seta F, Guaschino S. Parametric evaluation of heart rate variability during the menstrual cycle in young women // *Biomed Sci Instrum.* 2005. – V.41. – P.340-345.

17. Matsumoto T, Ushiroyama T, Morimura M, Moritani T, Hayashi T, Suzuki T, Tatsumi N. Autonomic nervous system activity in the late luteal phase of eumenorrhoeic women with premenstrual symptomatology // J Psychosom Obstet Gynaecol.- 2006. - V.27. - № 3.- P.131-139.
18. Minson C.T., Halliwill J.R., Young T.M., Joyner M.J. Influence of the menstrual cycle on sympathetic activity, baroreflex sensitivity, and vascular transduction in young women // Circulation. - 2000. – V.101, №8. – P.862-868.

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

Одержано редакцією 27.03.2008

Прийнято до публікації 14.05.2008

**УДК 612.017.2+612.766.1:796**

**О.М.Лисенко**

### **ФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКТИВНІСТЬ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ “СТИМУЛ-РЕАКЦІЯ” ЗА УМОВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РІЗНОГО ХАРАКТЕРУ**

*На підставі досліджень характеру реакцій кардіореспіраторної системи (КРС) на гіперкапнію і фізичне навантаження у 54 кваліфікованих спортсменів (бігунів на 100, 800 і 5000 м) проаналізовані особливості фізіологічної реактивності системи на зрушення дихального гомеостазису, а також межі і кінетичні характеристики реакції КРС на фізичне навантаження. Виявлений позитивний взаємозв'язок між характеристиками чутливості КРС на CO<sub>2</sub>-H<sup>+</sup>-стимул і рівнем реакцій КРС, швидкістю їх розгортання в умовах аеробного навантаження середньої потужності, а також негативний взаємозв'язок в умовах аеробного навантаження максимальної потужності. Відмічена зворотна взаємозалежність між рівнем чутливості КРС на CO<sub>2</sub>-H<sup>+</sup>-стимул і рівнем економічності і стійкості функціонування, а також позитивний взаємозв'язок з рівнем активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні фізичних навантажень.*

**Ключові слова:** кардіореспіраторна система, гіперкапнія, фізичне навантаження.

*На основании исследований характера реакций кардиореспираторной системы (КРС) на гиперкапнию и физическую нагрузку у 54 квалифицированных спортсменов (бегунов на 100, 800 и 5000 м) проанализированы особенности физиологической реактивности системы на сдвиги дыхательного гомеостазиса, а также пределы и кинетические характеристики реакции КРС на физическую нагрузку. Выявлена положительная взаимосвязь между характеристиками чувствительности КРС на CO<sub>2</sub>-H<sup>+</sup>-стимул и уровнем реакций КРС, скоростью их развертывания в условиях аэробной нагрузки средней мощности, а также отрицательная взаимосвязь в условиях аэробной нагрузки максимальной мощности. Обратная взаимозависимость отмечалась между уровнем чувствительности КРС на CO<sub>2</sub>-H<sup>+</sup>-стимул и уровнем экономичности и устойчивости функционирования, а также положительная взаимосвязь с уровнем активности анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении физических нагрузок.*

**Ключевые слова:** кардиореспираторная система, гиперкапния, физическая нагрузка.