

Т. Гончарова, студ., Н. Філімонова, канд. фіз.-мат. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ВІДМІННОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЖІНОК ПРИ ТЕСТУВАННІ ПРОСТОЇ СЕНСОМОТОРНОЇ РЕАКЦІЇ ПІД ЧАС ФАЗ ОВУЛЯЦІЇ ТА ЛЮТЕЇНОВОЇ

У результаті обстеження 10 жінок 20±2 років в 2 фазах менструального циклу було виявлено, що у функціональній пробі "Проста сенсомоторна реакція" порівняно з функціональною пробою "Відкриті очі" під час фази овуляції відбулась активація фронто-парієтальної системи та формування системи top-down контролю під впливом підвищеного рівня тестостерону. В той час, як в лютеїновій фазі під впливом підвищеного рівня кортизолу спостерігалось формування право-півкульної нейромережі з залученням асоціативної кори, в рамках якої реалізувалась проста сенсомоторна реакція.

Ключеві слова: фази овуляції та лютеїнова, активність головного мозку, проста сенсомоторна реакція, реакція вибору.

Вступ. Регуляція менструальним циклом (МЦ) жінок здійснюється за обов'язкової участі п'яти ланок (або рівнів) регуляції, що являють собою сукупність взаємопов'язаних структур: кори головного мозку, гіпоталамуса, гіпофіза, яєчників, матки [1]. Ритмічні фізіологічні зміни у жінок впродовж МЦ мають відображення як в їх психофізіологічному стані, так і в соціальній поведінці. Так, передменструальний синдром охоплює широке коло циклічних та поточних фізичних, емоційних та поведінкових симптомів, які зустрічаються впродовж останньої лютеїнової фази (ЛФ) менструального циклу та зникають незабаром після початку менструації. Хоча цей синдром є широко визнаним, його етіопатогенез ще не зовсім є зрозумілим [2]. Більшість досліджень ґрунтуються на даних анкетних опитувань та самооцінки жінками свого психофізіологічного стану. В цих дослідженнях жінки вказували на погіршення своїх когнітивних можливостей впродовж певних періодів менструального циклу [3]. Крім того, зміни їх гормонального стану обумовлюють такі симптоми, як дратівливість, депресія, хронічна втома, підвищений рівень тривожності і т.п., тому, можливо, скарги на погіршення самопочуття та когнітивних можливостей можуть обумовлюватися суб'єктивними факторами. Для підтвердження, або спростування гіпотези щодо зв'язку стану центральної нервової системи (ЦНС) з певними фазами МЦ, необхідно отримати відповідні об'єктивні оцінки. При дослідженні функціонального стану нервової системи як базовий елемент виступають латентні періоди простих сенсомоторних реакцій, оскільки саме їх розглядають як показник збудливості центральної нервової системи [4]. Тому метою нашої роботи було дослідити електричну активність головного мозку жінок при тестуванні "Простої сенсомоторної реакції" (ПСМР) під час фази овуляції (ФО) та ЛФ.

Об'єкт та методи досліджень. В обстеженні брали участь 10 студенток Київського національного університету імені Тараса Шевченка у віці 20±2 роки, без скарг на стан здоров'я на момент обстеження, з регулярним менструальним циклом та нормальною вагою. Всі жінки не приймали протизаплідні засоби та інші гормональні препарати. Обстеження проводились на добровольцях та згідно етичних вимог до роботи з людьми. Кожна з жінок проходила 2 обстеження в ФО та ЛФ менструального циклу. Наявність і час овуляції в кожній із обстежуваних оцінювали за характером кристалізації слини згідно з даними тест-мікроскопу "Арбор" (реєстраційне свідоцтво МЗ України № 269/96). Під час проходження

функціональних проб "Відкриті очі" (ВО) та ПСМР проводили реєстрацію ЕЕГ за допомогою комплексу "Нейрон-Спектр-4/ВГ" (ЕС-сертифікат № RQ043131-V від 08.11.2004 р.). Запис ЕЕГ здійснювався монополярно, референтний електрод було розташовано на мочці вуха з кожної сторони, частота квантування ЕЕГ дорівнювала 500 Гц. Було використано мостикові посріблені електроди, які накладались за міжнародною системою 10-20 у 19 стандартних відведеннях. В кожному відведенні для частотних діапазонів ЕЕГ – дельта (0,5-3,9 Гц), тета (4,0-7,9 Гц), альфа (8-12,9 Гц), бета1 (13,0-19,9 Гц) та бета2 (20,0-35 Гц) обчислювались повна потужність спектру та домінуюча частота спектру у відповідному відведенні. Кожна з обстежуваних проходила функціональні проби ВО – 3 хв та ПСМР, в якій обстежуваний пред'являлись 100 подразників, а саме: на екрані комп'ютера давалась інструкція, за якою на появу зображення (квадрата) вона мусила якомога швидше натиснути на будь-яку клавішу. Пауза між зображеннями обиралась випадково з інтервалу 500 – 600 мс для того, щоб наступний сигнал був очікуваним, але не було настанови на ритм пред'явлення зображень.

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA, 2001). Нормальність розподілів змінних перевірялась тестом Шапіро-Вілка. Оскільки всі функціональні проби проходили одні й ті ж самі обстежувані в різні моменти часу, а розподіл практично всіх параметрів за критерієм Шапіро-Вілка був відмінний від нормального ($p < 0,05$), парні порівняння показників ЕЕГ проводили за допомогою критерію Вілкоксона. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p=0,05$. Зважаючи на те, що переважна більшість параметрів мала розподіл відмінний від нормального, для опису вибіркового розподілу вказували медіану (M_e) і нижній (25%) та верхній (75%) квартилі: M_e [25%; 75%].

Результати та їх обговорення. В результаті статистичного аналізу отриманих даних було виявлено в ФО у функціональній пробі ПСМР порівняно з ВО значуще підвищення активності в дельта – діапазоні в правій задній скроневій зоні (Рис. 1). Оскільки активність в дельта – діапазоні пов'язують з формуванням вхідного сенсорного потоку та селективною увагою [5], можна припустити, що виконання функціональної проби, в якому відбувалась поява квадрату, активувало саме праву задню скроневу зону, яка і пов'язана з увагою до образної інформації.

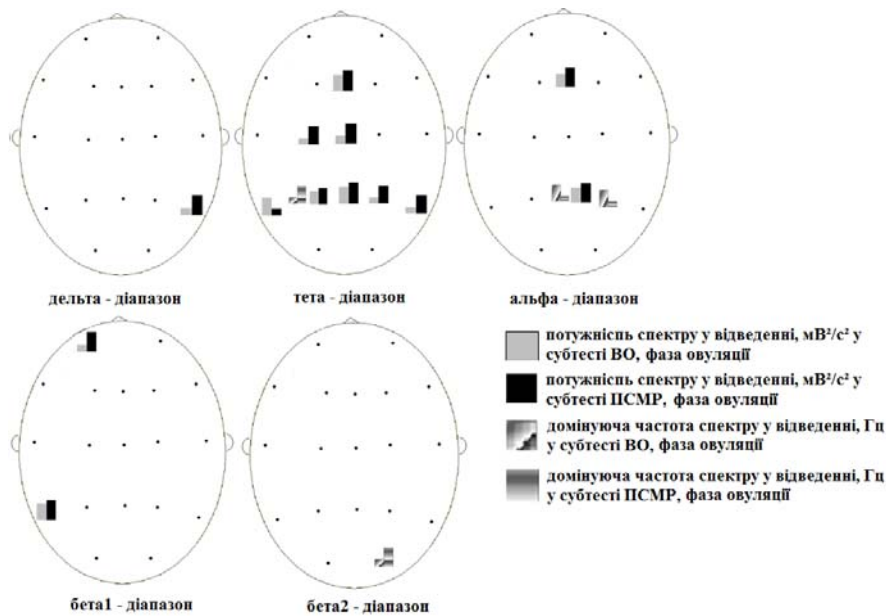


Рис.1. Значущі зміни активності головного мозку жінок (n=10) у функціональній пробі "Проста сенсомоторна реакція" (ПСМР) порівняно з функціональною пробою "Відкриті очі" (ВО) під час фази овуляції (ФО), відповідні медіани представлені стовпчиками

При цьому, активність в тета – діапазоні підвищилась в центральній фронто – парієтальній зоні та в лівій центральній та правій задній скроневій зонах (Рис.1). Активність в тета – діапазоні свідчить про формування неймережі для виконання поставленої задачі з залученням top – down контролю [6]. Тому можна припустити, що формування простої сенсомоторної реакції відбувалось при активації системи контролю (відведення Fz та Cz), сенсомоторної кори лівої півкулі (C3), асоціативної кори (P3, Pz та P4) та системи просторової уваги та ідентифікації візуальної цілі з залученням right posterior intraparietal sulcus [7]. В ФО спостерігається значуще підвищення рівню тестостерону [8], що в свою чергу призводить до підвищення концентрації уваги. Можливо саме тому в ФО було виявлено формування системи top – down контролю при здійсненні ПСМР.

В ФО в функціональній пробі ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО було виявлено підвищення активності в альфа – діапазоні в центральних фронтальній та парієтальній зонах (відведення Fz та Pz) (Рис.1). Підвищення потужності (десинхронізацію) в альфа – діапазоні асоціюють з кортикальним пригніченням, але вона також пов'язана з високо-спеціалізованим сприйняттям, увагою та процесами запам'ятовування [9]. В [10] альфа – десинхронізацію розуміють як високо-специфічний фільтр, який пригнічує нерелевантну задачу інформації, шум та забезпечує вибірккову обробку інформації. Також зазначено, що event-related desynchronization (ERD) досягає максимуму впродовж вікна часу, коли відбуваються процеси релевантні поставленій задачі, наприклад, коли top-down процес ініціює управління виконанням завдання. Саме тому, можливо було виявлено реаліза-

цію top-down когнітивного контролю від фронтальних до потиличних зон мозку.

В ФО в функціональній пробі ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО було виявлено підвищення активності в бета1 – діапазоні в лівих префронтальній та задній скроневій зонах (Рис.1). В роботі [11] наводяться аргументи на користь гіпотези стосовно того, що активність в бета1 – діапазоні обслуговує статус-кво поточного сенсомоторного та когнітивного стану, когнітивного контролю та семантичного аналізу. Таким чином, можна припустити, що при формуванні відповідної реакції при появі квадрата жінки задіяли вербальний аналіз поточної ситуації з залученням слухової пам'яті (зони Верніке).

Зазначимо, що в бета2 – діапазоні не було виявлено значущих відмінностей в активності мозку, однак в правій потиличній зоні значущо підвищилась домінуюча частота. В роботі [12] показано, що активність в бета2 – діапазоні виявляє нейронну мережу високого рівня, яка приймає участь в простій пізнавальній задачі. В роботі [13] зазначено, що неймережі різного розміру припускають осциляції різних частот, а саме: менші неймережі генерують вищі частоти. Цей аргумент можна привести на користь припущення про певне звуження неймережі, тобто відбулось формування специфічної локальної неймережі обробки зорової інформації – зображення квадрата порівняно з функціональною пробою ВО.

Таким чином, в ФО при виконанні функціональної проби ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО було виявлено формування фронто-парієтальної мережі, в рамках якої реалізувалась сенсомоторна реакція.

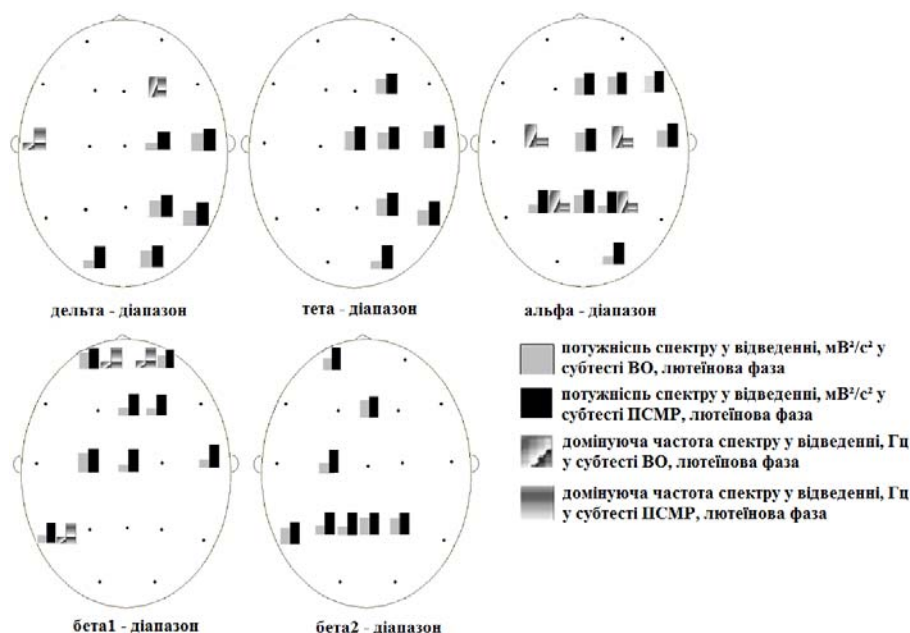


Рис.2. Значущі зміни активності головного мозку жінок (n=10) у функціональній пробі "Проста сенсомоторна реакція" (ПСМР) порівняно з функціональною пробою "Відкриті очі" (ВО) під час лютеїнової фази, відповідні медіани представлені стовпчиками

В ЛФ у функціональній пробі ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО в дельта – діапазоні було виявлено підвищення активності в правих скроневій, задній скроневій, центральній, тім'яній зонах та в потиличній зоні. Таким чином, в ЛФ в функціональній пробі ПСМР було виявлено формування широкого вхідного потоку релевантної візуальної інформації в правій півкулі (Рис.2). В тета – діапазоні було виявлено підвищення активності в правих фронтальній, скроневій, задній скроневій, центральній, тім'яній та потиличній зонах та в центральній зоні (відведення Cz) (Рис.2). Отже, top – down – контроль в ЛФ реалізувався переважно в межах правої півкулі. Можливо це пов'язано з підвищенням рівня кортизолу саме в ЛФ [14], а підвищення рівня кортизолу призводить до активації правої півкулі [15]. В альфа – діапазоні в ЛФ у функціональній пробі ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО було виявлено підвищення активності в правих фронтальній, передній скроневій, скроневій, тім'яній та потиличній зонах, а також в центральних зонах (відведення Fz, Cz, Pz) та в лівій потиличній, що може свідчити про підвищення специфічності обробки інформації в правій півкулі (Рис.2). При цьому в центральній –тім'яній зоні розмір відповідної нейромережі можливо збільшився, бо домінуюча частота значуще зменшилась. В бета1 – діапазоні активність підвищилась в центральній та правій фронтальних зонах (відведення Fz та F4), в центральній зоні лівої півкулі (відведення Cz та C3), правій скроневій та лівій задній скроневій зонах (відведення T4 та T5) (Рис.2). Це може свідчити про підвищення уваги до образної інформації з залученням зони Верніке. В бета2 – діапазоні було виявлено підвищення активності в тім'яній зоні, лівих фронтальній та задній скроневій (зоні Верніке) та центральній зоні лівої півкулі (відведення C3), а також в центральній фронтальній зоні (відведення Fz) (Рис.2). В бета2 – діапазоні здійснюється синхронізація активності між віддаленими нейронними ансамблями, яка має пряме відношення до пізнання *per se* [12]. Отримані резуль-

тати можливо свідчать про семантичний аналіз зорової інформації з залученням асоціативної кори.

Таким чином, в ЛФ при виконанні функціональної проби ПСМР порівняно з функціональною пробою ВО було виявлено формування право-півкульної нейромережі з залученням асоціативної кори, в рамках якої реалізувалась сенсомоторна реакція.

Висновки. За результатами проведених досліджень було виявлено, що у функціональній пробі "Проста сенсомоторна реакція" порівняно з функціональною пробою "Відкриті очі" під час фази овуляції відбулась активація фронто-парієтальної системи та формування системи top – down контролю під впливом підвищеного рівня тестостерону. В той час, як в лютеїнової фазі під впливом підвищеного рівня кортизолу спостерігалось формування право-півкульної нейромережі з залученням асоціативної кори, в рамках якої реалізувалась проста сенсомоторна реакція.

Список використаних джерел

1. Безнощенко Г. Б. Неоперативная гинекология / Г. Б. Безнощенко. – М. : Медицинская книга, 2001. – 392 с.
2. Matsumoto T. Altered autonomic nervous system activity as a potential etiological factor of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder / T. Matsumoto, T. Ushiroyama, T. Kimura et al. // BioPsychoSocial Medicine. – 2007. – Vol. 24, № 1. – P.1–24.
3. Minson C. Influence of the menstrual cycle on sympathetic activity, baroreflex sensitivity, and vascular transduction in young women / C. T. Minson, J. R. Halliwill, T. M. Young et al. // Circulation. – 2000. – Vol. 101. – P. 862–868.
4. Лоскутова Т. Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции / Т. Д. Лоскутова // Физиол.журн. СССР. – 1975. – Т. LXI, № 1. – С. 3–11.
5. Schroeder C. Low-frequency neuronal oscillations as instruments of sensory selection / C. Schroeder, P. Lakatos // Trends in Neurosciences. – 2009. – V.32, № 1. – P. 9–18.
6. Klimesch, W. Eeg alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance / W. Klimesch // Brain Research Reviews. – 1999. – Vol. 29, № 2–3. – P.169–195.
7. Capotosto P. Differential Contribution of Right and Left Parietal Cortex to the Control of Spatial Attention: A Simultaneous EEG-rTMS Study / Paolo Capotosto, Claudio Babiloni, Gian Luca Romani, Maurizio Corbetta // Cerebral Cortex. – 2012. – Vol. 22. – P. 446–454.
8. Hong N. B. Dynamics of serum testosterone during the menstrual cycle evaluated by daily measurements with an ID-LC-MS/MS method and a 2nd generation automated immunoassay / N. B. Hong B., P. M. Sluss, S. Blincko et al. // Steroids. – 2013. – Vol. 78, № 1. – P. 96–101.

9. Sauseng P. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? / P. Sauseng, W. Klimesch // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2008. – Vol. 32, № 5. – P. 1001–1013.
10. Klimesch W. EEG alpha oscillations: The inhibition–timing hypothesis / W. Klimesch, P. Sauseng, S. Hanslmayr // *Brain Research Reviews*. – 2007. – Vol. 53, № 1. – P. 63–88.
11. Engel A. Beta-band oscillations–signalling the status quo? / A. Engel, P. Fries // *Neurobiology* – 2010. – Vol. 20, № 2. – P. 156–165.
12. Kukleta M. Cognitive Network Interactions and Beta-2 Coherence in Processing Non-Target Stimuli in Visual Oddball Task / M. Kukleta, M. Brázdil, R. Roman et al. // *Physiol. Res.* – 2009. – Vol. 58. – P. 139–148.

13. Sauseng P. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? / P. Sauseng, W. Klimesch // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2008. – Vol. 32, № 5. – P. 1001–1013.
14. Joseph M. Menstrual cycle modulation of the relationship between cortisol and long-term memory / J. M. Andreano, H. Arjomandi, L. Cahill // *Psychoneuroendocrinology*. – 2008. – Vol. 33. – P. 874–882.
15. Hamid A. Alhaj, Anna E. Massey, R. Hamish McAllister-Williams. Effects of cortisol on the laterality of the neural correlates of episodic memory / *Journal of Psychiatric Research*. – 2008. – V.42. – P. 971–981.
16. Hamid A. Alhaj, Anna E. Massey, R. Hamish McAllister-Williams // *Journal of Psychiatric Research*. – 2008. – V.42. – P. 971–981

Надійшла до редколегії 29.10.14

Т. Гончарова, студ., Н. Филимонова, канд. физ.-мат. наук
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ОТЛИЧИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ ВО ВРЕМЯ ФАЗ ОВУЛЯЦИИ И ЛУТЕИНОВОЙ

В результате исследований 10 женщин 20±2 лет в 2 фазах менструального цикла было выявлено, что в функциональной пробе "Простая сенсомоторная реакция" по сравнению с функциональной пробой "Открытые глаза" во время фазы овуляции происходила активация фронтно-париетальной системы и формирование системы top – down контроля под влиянием повышенного уровня тестостерона. В то время как в лютеиновой фазе под воздействием повышенного уровня кортизола наблюдалось формирование правополушарной нейросети с привлечением ассоциативной коры, в рамках которой реализовалась простая сенсомоторная реакция.

Ключевые слова: фазы овуляции и лютеиновая, активность головного мозга, простая сенсомоторная реакция, реакция отбора.

T. Honcharova, stud., N. Filimonova, Ph.D.
Taras Shevchenko National University of Kiev, Kiev, Ukraine

DIFFERENCES IN ELECTRIC ACTIVITY OF WOMEN BRAIN UPON TESTING OF SIMPLE SENSOMOTOR REACTIONS DURING OVULATION AND LUTEIN PHASES

As a result of researches of 10 women 20±2 years in 2 phases of a menstrual cycle it was revealed, that in functional trial "Simple sensomotor reaction" in comparison with functional trial "The open eyes" during the ovulation phase took place the activation of the fronto – parietal systems and the formation of the system top – down control over influence of the increased level of testosterone. While in the lutein phase under the influence of the increased level of a cortisol the formation of the right – hemisphere neural network with attraction of the associative cortex in the context of which the simple sensomotor reaction was realized was observed.

Keywords: ovulation and luteal phase, the activity of the brain, a simple sensorimotor reaction, the reaction of the selection.

УДК: 612.325+616.345+620.3

О. Єфіменко, асп., Ю. Савченко, канд. біол. наук, Т. Фалалєєва, д-р біол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ,
О. Курик, д-р мед. наук
ТОВ "КАПИТАЛ" – МЦ "Універсальна клініка "Оберіг", Київ,
М. Співак, член-кореспондент
Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України, Київ

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ШЛУНКА І ТОВСТОЇ КИШКИ У ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗА УМОВ ДІЇ НАНОКРИСТАЛІЧНОГО ДІОКСИДУ ЦЕРІЮ

Досліджено вплив нанокристалічного діоксиду церію (НДЦ) на морфологічний стан слизової оболонки шлунка та товстої кишки у щурів різного віку. Встановлено, що у старих щурів були виявлені дистрофічні і дисрегенераторні зміни (порушення співвідношення головних і парієтальних клітин), атрофічні або гіперпластичні зміни в слизовій оболонці шлунка. НДЦ відновлює процеси проліферації і диференціації клітин епітелію залоз шлунка. В контрольній групі старих щурів слизова оболонка товстої кишки була місцями потоншеною, в клітинах відмічались дистрофічні зміни, спостерігалась зміна ядерно-цитоплазматичного співвідношення клітин, були знайдені вогнища інфільтрації з лімфоцитів, макрофагів, плазматичних клітин. НДЦ у старих щурів викликає зменшення кількості клітин у стані дистрофії і апоптозу, збільшує проліферативну активність клітин та кількість келихоподібних клітин. Таким чином, НДЦ відновлює морфо-функціональну будову слизової оболонки шлунка та товстої кишки.

Ключові слова: нанокристалічний діоксид церію, шлунок, товста кишка, морфологія.

Вступ. У розвинених країнах середня тривалість життя становить більше 70 років. Насправді людина може прожити і 120 років, але цьому заважають збої в роботі різних систем організму, які відбуваються в другій половині життя. Вікові зміни призводять до хронічних і, в деяких випадках, смертельних захворювань.

На сьогодні достатня кількість робіт присвячена віковим змінам, що відбуваються в слизовій оболонці шлунка та товстої кишки людини. Фізіологічні і патологічні клітинні зміни, що відбуваються з віком в травному тракті можуть викликати запальний процес, що веде до пошкодження слизової і регенеративної здатності епітелію. Крім того, результати сучасних наукових досліджень одержані на тваринах і на людях іноді суперечать один одному. Найменше суперечок є відносно вікових змін слизової оболонки шлунка. Так в дослідженнях показано, що під час старіння в слизовій оболонці шлунка зменшується секреція слизу і бікарбонату, знижує-

ться утворення простагландину, зменшується діяльність синтази оксиду азоту [1;2]. У товстій кишці щурів проліферація епітелію крипт і апоптоз виявилися найбільш активними на 3-му тижні життя [3], на думку авторів це пов'язано з розвитком шлунково-кишкового тракту. Результати Хіао і співав. [2001] суперечать цим даним, адже вони виявили, що кількість проліферативних епітеліальних клітин була вищою, а швидкість апоптозу нижчою у літніх щурів [4]. В дослідженнях слизової прямої кишки було зареєстровано, що у літніх людей знижується висота поверхневого епітелію [5].

Одним із сучасних напрямків досліджень є вплив наноматеріалів на біологічні системи [6]. До цієї групи речовин належить НДЦ. В дослідженнях на кардіоміоцитах та головному мозку показаний стрес протекторний вплив НДЦ [7;8]. Також встановлено, що НДЦ проявляє антиоксидантні властивості при дії на слизову оболонку шлунка, але морфологічні зміни при цьому не