

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»

Кафедра мікробіології та імунології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора
науково-педагогічної роботи
Юлія ПИСЬМЕННА
« 20 » 06 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
НЕЙРОІМУНОЛОГІЯ

для студентів

галузь знань 09 Біологія

спеціальність 091 Біологія та біохімія

освітній рівень «Магістр»

освітня програма «Біологія»

вид дисципліни вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2024/2025

Семестр

3

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладач: Лазаренко Л.М.

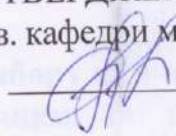
Пролонговано: на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2024

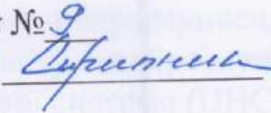
Розробник: Лазаренко Л.М., д.б.н., старший науковий співробітник, завідувач відділу антибіотиків Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри мікробіології та імунології
 (Лариса СКІВКА)

Протокол № 20 від «31» травня 2024 р.

Схвалено науково - методичною комісією
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «20» червня 2024 року № 9
Голова науково-методичної комісії  (Наталія СКРИПНИК)

«20» червня 2024 року

1. Мета дисципліни – формування у студентів теоретичних базових знань, необхідних для визначення процесів взаємодії між нервовою, імунною та ендокринною системами за фізіологічної норми та різних патологічних станах й ушкодженнях нейроімуноендокринної системи; механізмів розвитку нейроімуноендокринних порушень при захворюваннях центральної нервової системи (ЦНС) людини.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр».
2. Знання теоретичних основ імунології, біохімії, генетики, цитології та гістології, мікробіології, вірусології, фізіології, біофізики тощо.
3. Знання базових принципів основних біологічних методів.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Нейроімунологія» висвітлює складні процеси взаємодії між нервовою, імунною та ендокринною системами за фізіологічної норми та різних патологічних станах й ушкодженнях нейроімуноендокринної системи. Значна увага приділяється механізмам розвитку нейроімуноендокринних порушень при захворюваннях центральної нервової системи (ЦНС).

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Визначити основні механізми взаємодії між імунною, нервовою та ендокринною системами за фізіологічної норми та різних патологічних процесів й ушкоджень нейроімуноендокринної системи як основи підтримки динамічного гомеостазу, необхідного для нормального функціонування організму.
2. Визначити нейроімуноендокринні порушення при захворюваннях центральної нервової системи людини (інфекційно-запальних, травматичних, церебро-васкулярних, нейродегенеративних, онкологічних, психічних тощо).
3. Розглянути новітні науково-обґрунтовані підходи до розробки методів діагностики порушення імунної системи при різних патологічних станах ЦНС, схем раціональної імунотерапії хворих цього контингенту, а також створення експериментальних моделей нейродегенеративних патологічних процесів.

Згідно до вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія та біохімія») дисципліна забезпечує набуття студентами наступних *компетентностей*:

інтегральна:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальна:

ЗК4. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

спеціальні (фахові, предметні):

СК1. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.

СК3. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК4. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК5. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи з використанням сучасних методів та обладнання.

СК7. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації.

СК12. Здатність адекватно застосовувати існуючі та розробляти нові методи розв'язання науково-теоретичних та прикладних задач біології.

СК 35. Поглиблене розуміння принципів і методів вивчення імунозалежних патологій, особливостей нейроімунних механізмів взаємодії в нормі та при різних патологіях.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми та методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати сучасні методологічні підходи, що застосовуються при дослідженні взаємодії між нервовою, імунною та ендокринною системами за фізіологічної норми та патологічних процесів, із урахуванням вікових особливостей структури і функції центральної нервової системи (ЦНС), а також різних типів регуляції імунної відповіді	Лекції, самостійна робота, лабораторні заняття	Модульна контрольна робота 1 та 2, підсумкова контрольна робота	20
1.2	Знати основні шляхи впливу ЦНС на імунну систему: через активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі, а також симпатичної та парасимпатичної системи (адренергічний, допамінергічний та холінергічний шляхи) із визначенням ролі основних відділів головного мозку, залучених у нейроімуноендокринну взаємодію, механізми впливу імунної системи на ЦНС за фізіологічної норми та різних патологічних станах й ушкодженнях нейроімуноендокринної системи, в т.ч.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, підсумкова контрольна робота	20

	на прикладі стресу та експериментального алергічного енцефаломієліту			
1.3	Знати особливості нейроімуноендокринних порушень при інфекційно-запальних, травматичних та церебро-васкулярних патологіях, а також нейродегенеративних захворюваннях у людей, нейроімунopatологічні аспекти виникнення та перебігу дитячих церебральних, нейроендокринних, нейроонкологічних та психічних захворювань у людей	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, підсумкова контрольна робота	20
2.1	Вміти аналізувати основні методологічні підходи та принципи, що лежать в основі створення різних експериментальних моделей ураження нервової системи у тварин, в т.ч. нейродегенеративних процесів, та методів оцінки їх перебігу	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова контрольна робота	10
2.2	Вміти використовувати методологічні підходи до відтворення моделі експериментального алергічного енцефаліту на мишах різних генетичних ліній та дослідження активності лікувально-профілактичних препаратів	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова контрольна робота	10
2.3	Вміти розрізняти механізми та етапи розвитку експериментального алергічного енцефаліту та наслідки його впливу на імунну систему тварини	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, оцінювання лабораторних робіт, підсумкова контрольна робота	10
3.1	Представляти результати наукового пошуку у формі доповідей з використанням сучасних технологій, коректно вести дискусію	Лекції та лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, підсумкова контрольна робота, оцінювання лабораторних робіт	5
4.1	Самостійно вивчати наукову літературу та публікації у періодичних виданнях з нейроімунології та застосовувати імунологічні методи у власних дослідженнях	Самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 та 2, підсумкова контрольна робота	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)								
ПР1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.					+	+	+	+
ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.	+	+	+	+	+	+		
ПР 13. Дотримуватися основних правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту, оцінювати ризики застосування новітніх біологічних, біотехнологічних і медико-біологічних методів та технологій, визначати потенційно небезпечні організми чи виробничі процеси, що можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР20. На основі поглиблених знань з природничих наук формувати уявлення про закономірності індивідуального та історичного розвитку біологічних систем на різних рівнях організації, роль системних процесів у їхньому формуванні, функціонуванні й пластичності, особливості їхньої кооперативної взаємодії, а також про системність організації живого.	+	+	+	+	+	+		
ПР 32. Вміти формувати систему знань для інтерпретації нових даних про структуру і функції імунної системи та її складових за різних фізіологічних станів спираючись на поглиблені знання з дисциплін професійно-практичної підготовки.	+	+	+					

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: РН 1.1-4.1 – 20 балів/10 балів
2. Модульна контрольна робота 2: РН 1.1-4.1 – 20 балів/10 балів
4. Підсумкова контрольна робота: РН 1.1-4.1 – 40 балів/20 балів
5. Лабораторні роботи: РН 2.1., 2.2, 2.3, 3.1 – 20 балів/10 балів

- підсумкове оцінювання: у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються). Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

Позитивну оцінку за залік (зараховано) студент отримує лише за умови виконання всіх лабораторних робіт, написання всіх контрольних робіт.

7.2 Організація оцінювання: Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій розділу 1 та розділу 2, відповідно, підсумкова контрольна робота проводиться по завершенню курсу лекцій вкінці семестру. Оцінка

лабораторних робіт проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Лабо- раторні	Само- стійна робота	Кон- сультації
Розділ 1: Нейроімунологія – міждисциплінарна наука. Сучасні уявлення про механізми взаємодії між нервовою, імунною та ендокринною системами за фізіологічної норми та різних патологічних процесів					
1	Тема 1. Морфофункціональні, гуморальні та клітинні ознаки подібності між нервовою та імунною системами, які лежать в основі нейроімуноендокринної взаємодії. Основні шляхи взаємодії між нервовою, ендокринною та імунною системами	7	4	20	
	Вступ Лекція 1. Етапи становлення нейроімунології як самостійної наукової дисципліни. Особливості розвитку імунної відповіді в центральній нервовій системі. Основні відділи головного мозку, задіяні в нейроімуноендокринну взаємодію	4			
	Лекція 2. Роль основних функціональних осей в системі гіпоталамус-гіпофіз-периферичний ендокринний орган, а також вегетативної нервової системи в механізмах нейроімуноендокринної взаємодії. Функції клітин імунної системи у головному мозку за фізіологічної норми	3			
	Лабораторна робота 1. Основні експериментальні тваринні моделі нейродегенеративних процесів та методологічні підходи до оцінювання важкості та характеру їх перебігу		4		
	Самостійна робота Лімфодренажна система мозку, як нова мішень для регуляції нейроімуноендокринної взаємодії за неврологічних патологій			20	
2	Тема 2. Основні шляхи впливу імунної системи на центральну нервову систему за різних патологічних станів	4	4	20	
	Лекція 3. Нейроімуноендокринна взаємодія за розвитку патологічних процесів у центральній нервовій системі на прикладі експериментального алергічного енцефаломієліту у тварин	2			
	Лекція 4. Стрес, патофізіологія та механізми нейроімуноендокринної регуляції. Селезінка як модель для вивчення взаємодії між нервовою, імунною та ендокринною системами за стресу	2			
	Лабораторна робота 2. Моделювання експериментального алергічного енцефаліту в лабораторних тварин		4		

	Самостійна робота Роль осі головний мозок-кишечник-мікробіота в нейроімуноендокринній взаємодії за синдрому подразненого кишечника, ожиріння, деяких психічних і неврологічних розладів тощо			20	
	Модульна контрольна робота 1	1			
Розділ 2: Механізми порушення нейроімуноендокринної взаємодії при захворюваннях центральної нервової системи					
4	Тема 3. Нейроімуноендокринні порушення за інфекційно-запальних, травматичних, цереброваскулярних та нейродегенеративних патологій. Зв'язок між імунологічним статусом та когнітивними порушеннями	8	2	20	
	Лекція 5. Нейроімуноендокринні порушення за інфекційно-запальних захворювань у центральній нервовій системі, черепно-мозкової травми, а також гострої та хронічної недостатності мозкового кровообігу	4			
	Лекція 6. Нейроімуноендокринні порушення та запалення за нейродегенеративних і вікових захворювань центральної нервової системи. Демієлінізаційні патології	4			
	Лабораторна робота 3. Визначення впливу імунотропних препаратів на перебіг експериментального алергічного енцефаломієліту у мишей		2		
	Самостійна робота Імунотерапія хворих на інфекційно-запальні процеси в ЦНС. Старіння імунної системи. Принципи використання імунотропних препаратів у комплексній терапії захворювань центральної нервової системи			20	
5	Тема 4. Нейроімунопатологічні аспекти дитячого церебрального паралічу, нейроендокринних, нейроонкологічних та психічних захворювань	4	2	21	
	Лекція 7. Механізми порушення нейроімуноендокринної взаємодії за розладів нервової системи у дитячому віці. Дитячий церебральний параліч	2			
	Лекція № 8. Порушення імунної, нервової та ендокринної систем у патогенезі нейроонкологічних, нейроендокринних та психічних захворювань. Шляхи їх корекції	2			
	Лабораторна робота 4. Дослідження факторів вродженої імунної відповіді за експериментального алергічного енцефаломієліту в лабораторних тварин за дії нейротропних препаратів		2		
	Самостійна робота Гіпо- та гіперфункція ендокринних залоз, їх роль у патогенезі нейроендокринних захворювань у центральній нервовій системі. Нейроімуноендокринні аспекти захворювань щитоподібної залози. Показники імунореактивності організму при психічних захворюваннях, їх діагностичне та прогностичне			21	

	значення				
	Модульна контрольна робота 2	1			
	Підсумкова модульна контрольна робота	1			
	Консультації				1
8	ВСЬОГО	26	12	81	1

Загальний обсяг 120 год, в тому числі:

Лекції – 26 год.

Лабораторні заняття – 12 год.

Консультації – 1 год.

Самостійна робота – 81 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Нейроімунологія: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О.М. Макаренко, О.С. Моложава, В.В. Позур, П.Е. Ермак. – ВПЦ «Київський університет», 2012. –200 с.
2. Імунологія: Підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / А.Ю. Вершигора, Є.У. Пастер, Д.В. Колибо, В.К. Позур, М.Є. Віхоть, Л.О. Михальський, Ю.В. Швець, Л.С. Холодна, О.С. Моложава. – К. : Вища шк., 2005. – 599 с.
3. Салига Н.О. Деякі аспекти взаємодії імунної та нервової систем // Біологія тварин. – 2006. – т. 8, № 1 – 2.
4. The Molecular Immunology of Neurological Diseases/ Ed. S. Kumar. – Acad.Press, 2021.–179p.

Додаткова:

1. V.V. Mokrozub, L.M. **Lazarenko**, L.M. Sichel, L.P. Babenko, P.M. Lytvyn, O.M. Demchenko, Y.O. Melnichenko, N.V. Boyko, B.Biavati, D. DiGioia, R.V. Bubnov and M.Ya Spivak The role of beneficial bacteria wall elasticity in regulating innate immune response. EPMA J., 2015, 6:13 doi:10.1186/s13167-015-0035-1.
2. R.V. Bubnov, M.Ya. Spivak, L.M. **Lazarenko**, A. Bomba and N.V. Boyko Probiotics and immunity: provisional role for personalized diets and disease prevention. EPMA J., 2015, 6:14 doi:10.1186/s13167-015-0036-0.
3. Ullah H., Arbab S., Tian Y., Liu C.Q., Chen Y., Qijie L., Khan M.I.U., Hassan I.U., Li K.The gut microbiota-brain axis in neurological disorder. Front Neurosci. 2023, 4;17:1225875.
4. Corrigan M., O'Rourke A.M., Moran B., Fletcher J.M., Harkin A. Inflammation in the pathogenesis of depression: a disorder of neuroimmune origin. Neuronal Signal. 2023 Jul 13;7(2):NS20220054.
5. Naufel M.F., Truzzi G.M., Ferreira C.M., Coelho F.M.S. The brain-gut-microbiota axis in the treatment of neurologic and psychiatric disorders. Arq Neuropsiquiatr. 2023 Jul;81(7):670-684.
6. Battaglini D., De Rosa S., Godoy D.A. Neurocrit Care. Crosstalk Between the Nervous System and Systemic Organs in Acute Brain Injury.2023 Apr 20. doi: 10.1007/s12028-023-01725-1.
7. James K.A., Stromin J.I., Steenkamp N., Combrinck M.I. Understanding the relationships between physiological and psychosocial stress, cortisol and cognition.Front Endocrinol (Lausanne). 2023 Mar 6;14:1085950.
8. Dicks L.M.T. Gut Bacteria and Neurotransmitters. Microorganisms. 2022 Sep 14;10(9):1838.
9. Młynarska E., Gadzinowska J., Tokarek J., Forycka J., Szuman A., Franczyk B., Rysz J. The Role of the Microbiome-Brain-Gut Axis in the Pathogenesis of Depressive Disorder. Nutrients. 2022 May 4;14(9):1921.
10. Ponce-Regalado M.D., Pérez-Sánchez G., Rojas-Espinosa O., Arce-Paredes P., Girón-Peréz M.I., Pavón-Romero L., Becerril-Villanueva E. J. NeuroImmunoEndocrinology: A brief historic narrative. Leukoc Biol. 2022 Jul;112(1):97-114.

11. Schiller M., Ben-Shaanan T.L., Rolls A. Neuronal regulation of immunity: why, how and where? *Nat Rev Immunol.* 2021 Jan;21(1):20-36.
12. Jakob M.O., Murugan S., Klose C.S.N. Neuro-Immune Circuits Regulate Immune Responses in Tissues and Organ Homeostasis. *Front Immunol.* 2020 Mar 20;11:308.
13. Lin C., Zhao S., Zhu Y., Fan Z., Wang J., Zhang B., Chen Y. Microbiota-gut-brain axis and toll-like receptors in Alzheimer's disease. *Comput Struct Biotechnol J.* 2019 Oct 24;17:1309-1317.
14. Martin C.R., Osadchiy V., Kalani A., Mayer E.A. The Brain-Gut-Microbiome Axis. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol.* 2018 Apr 12;6(2):133-148.
15. Quagliato L.A., Nardi A.E. Cytokine alterations in panic disorder: A systematic review. // *J. Affect Disord.* – 2018. – 228: – P. 91-96.
16. Melhem N.M., Munroe S., Marsland A. et al. Blunted HPA axis activity prior to suicide attempt and increased inflammation in attempters // *Psychoneuroendocrinology.* – 2017. – 77 – P. 284-294.
17. Benjamins J.A. Direct effects of secretory products of immune cells on neurons and glia // *J. Neurol. Sci.* – 2013. – 333(1-2). – P. 30-36.
18. Miranda-Hernandez S, Baxter AG. Role of toll-like receptors in multiple sclerosis // *Am. J. Clin. Exp. Immunol.* – 2013. – 2(1). – P. 75-93.
19. Pahan K. Multiple Sclerosis and Experimental Allergic Encephalomyelitis // *J. Clin. Cell. Immunol.* – 2013. – Sep 23;4. pii: e113.
20. Rojo A. Ratsimandresy, Andrea Dorfleutner, and Christian Stehlik An update on PYRIN domain-containing pattern recognition receptors: from immunity to pathology // *Front. Immunol.* – 2013; 4: 440. Published online 2013 December 9. doi: 10.3389/fimmu.2013.00440
21. Sorgeloos F., Kreit M., Hermant P., Lardinois C., Michiels T. Antiviral type I and type III interferon responses in the central nervous system // *Viruses.* – 2013. – 5(3). – P. 834-857.
22. Suzumura A. Microglia in pathophysiology of neuroimmunological disorders // *Nihon Rinsho.* – 2013. – 71(5). – P. 801-806.
23. Suzumura A. Neuron-microglia interaction in neuroinflammation // *Curr. Protein Pept. Sci.* – 2013. – 14(1). – P. 16-20.
24. Shaashua L., Sominsky L., Levi B., Sorski L., Reznick M., Page G.G., Ben-Eliyahu S. In vivo suppression of plasma IL-12 levels by acute and chronic stress paradigms: potential mediating mechanisms and sex differences // *Brain Behav. Immun.* – 2012. – 26(6). – P. 996-1005.
25. Kalinke U., Prinz M. Endogenous, or therapeutically induced, type I interferon responses differentially modulate Th1/Th17-mediated autoimmunity in the CNS // *Immunol. Cell. Biol.* – 2012. – 90(5). – P. 505-509.
26. Liezmann C., Stock D., Peters E.M. Stress induced neuroendocrine-immune plasticity: A role for the spleen in peripheral inflammatory disease and inflammaging? // *Dermatoendocrinol.* – 2012. – 4(3). – P. 271-279.
27. Prinz M., Knobeloch K.P. Type I interferons as ambiguous modulators of chronic inflammation in the central nervous system // *Front Immunol.* – 2012. – 3:67. doi: 10.3389/fimmu.2012.00067.
28. Reyes-Vázquez C., Prieto-Gómez B., Dafny N. Interferon modulates central nervous system function // *Brain Res.* – 2012. – 1442. – P. 76-89.
29. Marco Prinz, Klaus-Peter Knobeloch Type I Interferons as Ambiguous Modulators of Chronic Inflammation in the Central Nervous System // *Frontiers Media SA.* – 2012 Apr 9;3:67. doi: 10.3389/fimmu.2012.00067.
30. Oscar Kurt Bitzer-Quintero and Ignacio González-Burgos Immune System in the Brain: A Modulatory Role on Dendritic Spine Morphophysiology? // *Neural Plast.* – 2012;2012:348642. doi: 10.1155/2012/348642.
31. Bradl M., Lassmann H. Oligodendrocytes: biology and pathology // *Acta Neuropathol.* – 2010. – 119(1). – P. 37-53.
32. Katafuchi T., Duan S., Take S., Yoshimura M. Cytokine-induced suppression of medial preoptic neurons: mechanisms and neuroimmunomodulatory effects // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2009. – 1153. – P. 76-81.
33. Szelényi J., Vizi E.S. The catecholamine cytokine balance: interaction between the brain and the immune system // *Ann N. Y. Acad. Sci.* – 2007. – Oct;1113:311-24. Epub 2007 Jun 21.