

# **ВІСНИК**

---

**ЛУГАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

---

**№ 6(86) червень 2005**

**2005 червень**

# ВІСНИК

## ЛУГАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

---

### БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Заснований у лютому 1997 року (27)  
Свідоцтво про реєстрацію: серія КВ №3783,  
видане Держкомвидавком України 19.04.1999 р.

Друкований орган Луганського національного  
педагогічного університету імені Тараса Шевченка  
**Видавництво ЛНПУ “Альма-матер”**

Рекомендовано до друку на засіданні вченої ради  
Луганського національного педагогічного  
університету імені Тараса Шевченка  
(протокол №\_\_ від \_\_.\_\_.\_\_\_\_ р.)

Виходить 1 раз на місяць  
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:                      EDITORIAL BOARD:  
Головний редактор –                      Editor-in-chief –

УДК 612.81:571.1

**Е.О.Сопин, Д.Д.Жерносеков**

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ФУНКЦИЮ БЕЛКОВ КЛЕТОЧНОЙ АДГЕЗИИ В ТКАНЯХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Интенсивное промышленное производство, активное использование автомобильного транспорта привели к серьезному загрязнению окружающей среды ионами тяжелых металлов.

В Украине наиболее критическая в этом отношении ситуация сложилась в Донецкой и Днепропетровской областях [1]. Среди тяжелых металлов наибольшую опасность представляют свинец, кадмий и ртуть. Не случайно международное Агентство по регистрации токсических веществ и заболеваний (ATSDR) включило эти металлы в десятку самых опасных для человеческого здоровья веществ [2; 3; 4]. Поскольку вышеуказанные металлы не подвержены биодegradации, они обладают

способностью накапливаться в окружающей среде, вызывая серьезные нарушения в жизнедеятельности живых организмов. В частности, было показано, что высокие концентрации Cd, Pb и Hg вызывали у людей и животных поражения нервной и иммунной систем, легких, печени, почек и костных тканей [5; 6]. В последние годы благодаря успешному развитию методов молекулярной биологии и биохимии стало возможным выяснение поражающего действия тяжелых металлов на молекулярном уровне. Было показано, что важнейшими мишенями токсичного действия металлов являются молекулы клеточной адгезии. Эти белки, включающие иммуноглобулиновое семейство, кадгеринины и интегрины, экспрессируются на клеточной поверхности и служат компонентами мембранных структур, обеспечивая взаимодействие на уровнях «клетка – клетка» и «клетка – субстрат» [7]. Молекулы клеточной адгезии являются очень важными для множества физиологических процессов, таких как барьерная функция эпителия, нормальное и патологическое развитие тканей, процессы обучения и памяти, реакции иммунной системы [8; 9; 10]. Во многих случаях белки адгезии имеют связь с сигнальными путями [11; 12].

В нашей работе представлены данные по влиянию тяжелых металлов на функции молекул клеточной адгезии.

**Кадгеринины – потенциальные мишени для действия тяжелых металлов.** Белки кальций-зависимой адгезии – кадгеринины (от англ. calcium adherence) представляют собой семейство близкородственных белков. К настоящему времени известно более 40 кадгерининовых молекул в различных тканях, из них особенно четко охарактеризованы так называемые классические кадгеринины: N-кадгерин (нервная ткань), P-кадгерин (плацента), E-кадгерин (эпителиальная ткань) [13]. Классические кадгеринины имеют сходную аминокислотную последовательность, близкие значения молекулярных масс и общий план строения (см. рис. 1). Кадгеринины являются наиболее важными компонентами для формирования адгезивных связей в эпителиальных и нейрональных клетках.

Как видно из рис. 1, кадгеринины – трансмембранные белки, содержащие экстрацеллюлярный домен, в котором имеются участки, связывающие ионы кальция. Связывание кальция приводит к тому, что молекула принимает жесткую конформацию и ориентирует адгезивные области таким образом, чтобы кадгерин одной клетки мог взаимодействовать с кадгеринином другой. Внутриклеточный кадгерининовый домен связан с цитоскелетными структурами посредством катениновых белков. Катениновое семейство имеет 3 основные изоформы:  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -катенины. Причем непосредственно к внутриклеточному домену могут присоединяться только  $\beta$ - и  $\gamma$ -катенины,  $\alpha$ -катенин присоединяется к готовому комплексу. Разрушение связи между кадгеринином и катенинами приводит к ослаблению адгезивной функции кадгерина [14]. Важным открытием стало выяснение

специфической функции  $\beta$ -катенина. Оказалось, что помимо его участия в качестве структурного белка он способен функционировать в роли внутриклеточной сигнальной молекулы и регулятора генной экспрессии [15; 16].

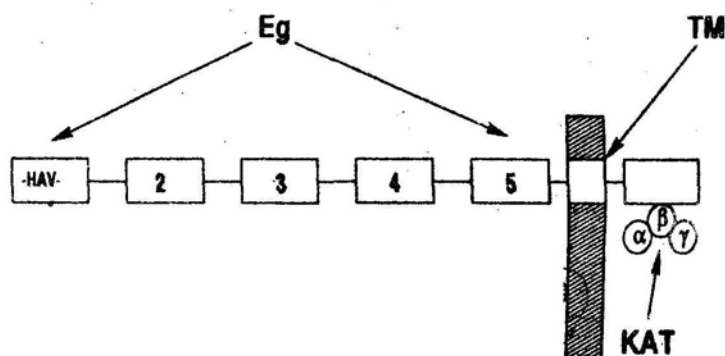


Рис. 1. Схематическое изображение структуры белков класса кадгеринов: Eg – экстрацеллюлярные домены, ТМ – трансмембранный домен, КАТ – катенины

Активация  $\beta$ -катенина сигнального пути является ключевым регулятором клеточного роста, индуцирования апоптоза и карциногенеза [15; 17; 18]. Каким же образом тяжелые металлы могут воздействовать на кадгериновую функцию? Было высказано предположение, что, возможно, кадмий и другие металлы замещают кальций в местах его связывания кадгериновой молекулой [19; 20], нарушая, таким образом, адгезивные взаимодействия. Кроме того, измененная структура кадгериновой молекулы может иметь нарушенную связь с катенинами и, соответственно, с цитоскелетными структурами. С другой стороны, удаление кальция из кадгериновой структуры резко повышает его чувствительность к протеолизу [7], и таким образом образуются кадгериновые фрагменты с измененными адгезивными свойствами. Данные предположения нашли доказательства в экспериментах с влиянием кадмия на функцию E-кадгерина. Было обнаружено, что воздействие кадмием в концентрации 20 мкМ в течение 1–4 часов приводило к удалению E-кадгерина из межклеточных контактов и реорганизации актинового цитоскелета [21; 22]. Этот эффект полностью совпадает с тем, который получался при воздействии на E-кадгерин кальций-связывающего агента ЭГТА [19]. При этом нарушения целостности мембраны не происходило, что подтверждало специфичность воздействия кадмия. С другой стороны, было показано, что при воздействии кадмия на E-кадгериновую молекулу наблюдается перемещение  $\beta$ -катенина из структуры кадгеринового комплекса в область ядра. Такое перемещение способствовало усилению экспрессии генов *c-jun* и *c-myc* [23], которые, как известно, выступают в роли протоонкогенов. Подводя итоги, можно сказать, что

кадгеринкатениновый комплекс является первичной мишенью для токсического действия кадмия во многих типах эпителиальных клеток. Способность кадмия приводить к разрушению комплекса объясняет токсичность этого металла для эпителия легких, что при определенных условиях может вызвать раковое перерождение ткани. Интересные данные были получены при изучении токсического воздействия ртути и ее производных на экспрессию N-кадгерина. Известно, что N-кадгерин является белком клеточной адгезии, который регулирует нейрональный морфогенез. Количественное содержание N-кадгерина регулируется на транскрипционном уровне. В культуре мозжечковых клеток, подвергшихся воздействию ртути, было обнаружено значительное снижение м-РНК, кодирующей N-кадгериновый белок [24]. Таким образом, возможно, в ближайшее время мы получим расшифровку механизма токсического воздействия ртути на нервную ткань животных и человека на молекулярном уровне.

**Токсичность тяжелых металлов для адгезивных белков иммуноглобулинового семейства.** Среди белков адгезии иммуноглобулинового семейства наиболее изученной является молекула N-CAM (neural cell adhesion molecule). В нервной ткани белок N-CAM представлен в виде трех основных изоформ с молекулярными массами 180, 140 и 120 кДа соответственно. Молекула N-CAM-180 имеет самый длинный внутриклеточный домен, который взаимодействует с компонентами цитоскелета, – спектрин. N-CAM-140 имеет короткий цитоплазматический домен, а у N-CAM-120 связь с мембраной осуществляется при помощи фосфатидилинозитолового якоря. Особенностью структуры молекулы N-CAM является наличие в белке значительного количества полисиаловых кислот, присоединение которых происходит на уровне 5-й иммуноглобулиновой петли экстрацеллюлярного домена. Остатки сиаловых кислот добавляются к молекуле N-CAM под действием сиалилтрансферазы.

К настоящему времени большинство исследований, посвященных влиянию тяжелых металлов на функции адгезивных белков Ig-семейства, было проведено для белка N-CAM. Наиболее вероятными мишенями для тяжелых металлов, по мнению ряда авторов [25; 26], являются N-CAM-цитоскелетные связи. В роли веществ, вызывающих изменения в N-CAM, выступают ионы свинца [27] и ртути [28].

Так, например, было показано, что в отличие от свинца, который влияет на биосинтез полисиаловых кислот, вызывая изменение активности сиалилтрансфераз, ртуть может изменять регуляцию посттрансляционной полисиализации и воздействовать на мембранный домен белка N-CAM [24]. Каким образом происходит взаимодействие ртути с мембранным доменом – остается неясным. Однако известно, что ртуть обладает активизирующим действием для ряда внутриклеточных ферментов, которые, в свою очередь, могут разрушать связи белка N-CAM с цитоскелетными структурами. Кроме того, ртуть и ее

производные являются токсическими агентами для самих цитоскелетных структур.

Рассмотренные данные показывают, что тяжелые металлы поражают как кальций-зависимые (кадгерины), так и кальций-независимые (N-CAM) молекулы на различных уровнях, включая межбелковые взаимодействия, посттрансляционную модификацию и транскрипционную регуляцию. Выявление того факта, что металлы также могут стимулировать  $\beta$ -катениновый сигнальный путь, открыло новые и расширило уже существующие пути исследований, касающихся молекулярных механизмов металловыванного карциногенеза. Очевидно, что влияние металлов на молекулы клеточной адгезии и связанные с ними сигнальные пути является важной областью дальнейших исследований.

#### Литература

1. **Gritsan N.P., Babiy A.P.** Hazardous materials in the environment of Dnepropetrovsk region // *J. Hazardous Materials*. – 2000. – Vol. 76. – P. 59–70.
2. **ATSDR.** Toxicological profile for lead // U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 1999.
3. **ATSDR.** Toxicological profile for mercury // U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 2000.
4. **ATSDR.** Toxicological profile for cadmium // U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 1997.
5. **Zadorozhnaya T.D., Little R.E., Miller A. et al.** Concentrations of arsenic, cadmium, copper, lead, mercury and zinc in human placentas from two cities in Ukraine // *J. Toxicol. and Envir. Health (part. a)*. – 2000. – Vol. 6. – P. 255–263.
6. **Jarup L., Berglund M., Elinder C.G., Nordberg G. and Vahter M.** Health effects of cadmium exposure // *J. Work Environ. Health*. – 1998. – Vol. 21. – P. 1–51.
7. **Жерносеков Д.Д.** Белки клеточной адгезии нервной ткани во время нормального развития и при патологии. – Днепропетровск, 1998.
8. **Жерносеков Д.Д.** Экспрессия нейронального белка клеточной адгезии N-CAM при старении // *Сб. науч. тр. Луганского нац. агроуниверситета*. – 2003. – Вып. 25 (37). – С. 72–73.
9. **Жерносеков Д.Д.** Экспрессия кальций-зависимого адгезивного белка N-кадгерина в процессе развития и старения животных тканей // *Материалы VI Междунар. симпозиума “Биологические механизмы старения”*. – Харьков, 2004. – С. 21–22.
10. **Grunwald G.B.** Cadherin cell adhesion molecules in normal and abnormal neural development // *Handbook of Devl. Neurotoxicology*. – San Diego, 1998. – P. 43–60.
11. **Crossin K.L., Krushel L.A.** Cellular signaling by neural cell adhesion molecules of the immunoglobulin superfamily // *J. Developmental Dynamics*. – 2000. – Vol. 218. – P. 260–279.
12. **Juliano R.L.** Signal transduction by cell adhesion receptors and the cytoskeleton function of integrins, cadherins, selectins and immunoglobulin-

superfamily members // *J. Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. – 2002. – Vol. 42. – P. 283–323. 13. **Angst B.D., Marcozzi C., Magee A.I.** The cadherin superfamily: Diversity in form and function // *J. Cell Sci.* – 2001. – Vol. 114. – P. 629–641. 14. **Pavalko F.M., Otey C.A.** Role of adhesion molecule cytoplasmic domains in mediating interactions with the cytoskeleton // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* – 1994. – Vol. 205. – P. 282–293. 15. **Behrens J.** Cadherins and catenins: Role in signal transduction and tumor progression // *Cancer Metastasis Rev.* – 1999. – Vol. 18. – P. 15–30. 16. **Ben-Ze'ev A., Shtutman M., Zhurinsky J.** The integration of cell adhesion with gene expression: the role of beta-catenin // *Exp. Cell. Res.* – 2000. – Vol. 261. – P. 75–82. 17. **Behrens J.** Control of beta-catenin signaling in tumor development // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2000. – Vol. 910. – P. 21–33. 18. **Dale T.C.** Signal transduction by the wnt family of ligands // *J. Biochemistry*. – 1998. – Vol. 329. – P. 209–223. 19. **Prozialeck W.C.** Evidence that E-cadherin may be a target for cadmium toxicity in epithelial cells // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 2000. – Vol. 164. – P. 285–290. 20. **Leussink B.T. et al.** Loss of homotypic epithelial cell adhesion by selective N-cadherin displacement in bismuth nephrotoxicity // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 2001. – Vol. 175. – P. 54–59. 21. **Prozialeck W.C., Niewenhuis R.J.** Cadmium disrupts intercellular junctions and actin filaments in LLC-PK cells // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 1991. – Vol. 107. – P. 81–97. 22. **Prozialeck W.C., Niewenhuis R.J.** Cadmium disrupts Ca<sup>2+</sup>-dependent cell-cell junctions and alters the pattern of E-cadherin immunofluorescence in LLC-PK cells // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* – 1991. – Vol. 181. – P. 1118–1124. 23. **Pearson C.A., Prozialeck W.C.** E-cadherin, beta-catenin and cadmium carcinogenesis // *Med. Hypotheses*. – 2001. – Vol. 56. – P. 573–581. 24. **Prozialeck W.C.** Cadherins and NCAM as Potential Targets in Metal Toxicity // *Toxicol. and Applied Pharmacol.* – 2002. – Vol. 182. – P. 255–265. 25. **Chou I.N.** Distinct cytoskeletal injuries induced by As, Cd, Co, Cr and Ni compounds // *Biomed. Environ. Sci.* – 1989. – Vol. 2 – P. 358–365. 26. **Mills J.W., Ferm V.H.** Effect of cadmium on F-actin and microtubules of Madin-Darby canine kidney cells // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 1989. – Vol. 101. – P. 245–254. 27. **Breen K.C., Rega C.M.** Developmental control of N-CAM sialylation state by golgi sialyltransferase isoforms // *Development*. – 1988. – Vol. 104. – P. 147–154. 28. **Dey P.M., Gochfeld M., Reuhl K.R.** Developmental methylmercury administration alters cerebellar PSA-NCAM expression and golgi sialyltransferase activity // *Brain Res.* – 1999. – Vol. 845. – P. 139–151.

Cell adhesion proteins play a key role in standing of cell-cell contacts. Many physiological processes such as normal tissue development, carcinogenesis, learning and memory and other involve the participation of cell adhesion molecules. The efficiency of cell interaction depends on environment factors. One of which is heavy metals concentrations. It is known that ions of cadmium, mercury and lead make essential influence on function



of many membrane proteins and enzymes. In this review we have presented the toxic effects on cell adhesion molecules.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Баєв О.А. ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ТА АДАПТАЦІЙНИХ ПРИСТОСУВАНЬ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ СТУДЕНТІВ ПРИ ТРИВАЛИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....  | 6  |
| Базілевський А., Войнар Ю., Новарецький Д., Глазирін І. ОСОБЛИВОСТІ МОРФОСОМАТИЧНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТІВ РІЗНОГО ПРОФІЛЮ НАВЧАННЯ.....  | 12 |
| Боярчук Е.Д., Шейко В.И., Лунина Н.В. СОСТОЯНИЕ ГРАНУЛОЦИТОПОЭЗА ПРИ РАЗВИТИИ ДВС-СИНДРОМА.....  | 18 |
| Гаврик С.Ю. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЗАМОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ.....   | 24 |
| Галдун Т.И., Жупикова Н.И., Кучеренко И.А., Гапоненко И.А. ПИЩЕВЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ. НЕОБХОДИМОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕОТРАСЛЕВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ..... | 28 |
| Галдун Т.И., Савенко В.А., Козенко Н.А., Мордвинова М.Ю. НАШ БЫТ ГЛАЗАМИ ВРАЧА. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ НАЧИНАЮЩИМ САДОВОДАМ.....   | 34 |
| Галдун Т.И., Сеногонова Л.И., Куренева А.Н. ВЛИЯНИЕ ГПЗ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА (СТОИТ ЛИ СТРОИТЬ ДОМ В ГЕОПАТОГЕННОЙ ЗОНЕ?).....   | 39 |
| Гуменна О.А., Єжова О.О. ВПЛИВ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПЕРЕБІГ АДАПТАЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ ДІТЕЙ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ.....   | 42 |
| Демченко О.М., Гузь Л.В. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЛІПІДІВ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ У ПРОЦЕСІ ОНТОГЕНЕЗУ.....   | 48 |
| Довнар Л.Г. ИНФОРМАЦИОННО-ВОЛНОВАЯ ТЕРАПИЯ – МЕДИЦИНА XXI ВЕКА.....  | 52 |
| Исаева Р.Я., Косогова Т.М., Кононенко Н., Балыева А., Иванова Т., Гайворонская И. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ERNEDRA DISTASNIA L.....   | 55 |
| Іванюра І.О., Лисенко С.Г., Скрипник Н.М. МЕХАНІЗМИ ТРИВАЛОЇ АДАПТАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....  | 59 |
| Ілюха В.О., Ілюха Л.М., Синюта О.М. ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПАХПРОЛОНГОВАНИХ РЕАКЦІЙ МОРСЬКИХ СВИНОК (Cavia).....  | 68 |
| Каленіченко О.В., Коваленко С.О., Кудій Л.І. ЦЕНТРАЛЬНА ГЕМОДИНАМІКА ТА ХВИЛЬОВА СТРУКТУРА СЕРЦЕВОГО   |    |

|  |  |     |
|--|--|-----|
|  | РИТМУ В ПРЕДСТАВНИКІВ ВИДІВ СПОРТУ АЕРОБНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.....   | 74  |
| Козій Т.П.   | ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВНИХ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗВ'ЯЗКУ З ПОКАЗНИКАМИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ В ЧОЛОВІКІВ ЗРІЛОГО ВІКУ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ..... | 80  |
| Котелевский В.И., Тимошенко О.П., Леонтьева Ф.Г.                           | ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ НА СОСТОЯНИЕ КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНЕЙ БЕЛЫХ КРЫС 12-МЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА.....                                | 87  |
| Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Петренко Ю.О., Пустовалов В.О., Меньших О.Е. | ЗВ'ЯЗОК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РУХЛИВОСТІ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ З ФІЗИЧНИМ РОЗВИТКОМ ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ.....   | 93  |
| Мацюра А.В.  | ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РАДАРОВ В ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....  | 97  |
| Мороз Л.В., Єжова О.О.   | ВПЛИВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТУЛУБА НА СТАН ПОСТАВИ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ.....  | 104 |
| Мукасеєва О.Б.   | ВПЛИВ ЦИТОТОКСИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ГІПОТАЛАМО-ГІПОФІЗАРНОЇ СИСТЕМИ.....  | 109 |
| Некрасов С.Ю., Виноградов А.А.   | МЕХАНИЗМ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ МИОКАРДА К РЕГУЛЯРНОМУ ФИЗИЧЕСКОМУ ПЕРЕУТОМЛЕНИЮ.....   | 114 |
| Некрасов С.Ю., Станишевская Н.В., Панкратьев Н.А.                          | СПОСОБ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ.....   | 120 |
| Раздайбедін В.М.   | ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ НЕЙРОДИНАМІЧНИМИ Й ВЕГЕТАТИВНИМИ ФУНКЦІЯМИ ОРГАНІЗМУ УЧНІВ ПРИ АДАПТАЦІЇ ДО ТРИВАЛИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....                   | 124 |
| Рожков І.М.  | УЛЬТРАСТРУКТУРНІ ЗМІНИ АДРЕНОКОРТИКОЦИТІВ ПУЧКОВОЇ ЗОНИ НАДНИРНИКІВ ЗА УМОВ ТРИВАЛОЇ НІТРАТНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ.....                                   | 131 |
| Самчук В.А., Стеклєнев Е.П.  | МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИШЕЧНИКА У ГИБРИДОВ ДИКИХ И ДОМАШНИХ БЫКОВ.....   | 138 |
| Сопин Е.О., Жерносеков Д.Д.  | ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ФУНКЦИЮ БЕЛКОВ КЛЕТОЧНОЙ АДГЕЗИИ В ТКАНЯХ МЛЕКОПИТЮЩИХ.....  | 143 |
| Спринь О.Б., Гриненко С.А.   | ФУНКЦІОНАЛЬНА РУХЛИВІСТЬ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ В УЧНІВ СТАРШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ РІЗНОГО ПРОФІЛЮ НАВЧАННЯ.....   | 149 |

|  |     |
|--|-----|
| Степанська А.В. ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ<br>В УЧНІВ ВЕЧІРНІХ ШКІЛ.....   | 155 |
| Фомін С.В. ВИКОРИСТАННЯ САМЦІВ ЗЕЛЕНИХ ЖАБ ДЛЯ<br>ДІАГНОСТИКИ ЖЕРЕБНОСТІ КОБИЛ.....  | 161 |
| Христова Т.Є. ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН У РОСІЇ ТА УКРАЇНІ НА<br>ПОЧАТКУ ХІХ СТОЛІТТЯ.....   | 164 |
| Чертов С.Н., Виноградов О.А. КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ И<br>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАНАЛА НИЖНЕЙ<br>ЧЕЛЮСТИ (canalis mandibulae).....   | 172 |
| Шейко В.І., Іванюра І.О., Боярчук О.Д., Лещенко Т.М. СТАН<br>ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕЯКИХ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ<br>ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВІЛОЗЕНУ ТА<br>ТИМОГЕНУ..... | 175 |
| Шмалей С.В. НЕЙРОПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ<br>РЕЧИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА.....   | 181 |
| Щербина Т.І. ОСОБЛИВОСТІ МОЗКОВОЇ ГЕМОДИНАМІКИ<br>МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ З ПОРУШЕННЯМ<br>ЗОРУ.....  | 190 |
| Яковлева С.Д. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПИТАНЬ РЕАБІЛІТАЦІЇ<br>ДІТЕЙ З ДИТЯЧИМ ЦЕРЕБРАЛЬНИМ<br>ПАРАЛІЧЕМ.....  | 197 |
| Латіна Г.О. ВПЛИВ ОСОБИСТІСНИХ ЯКОСТЕЙ ПЕДАГОГІВ НА<br>РОЗУМОВУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ШКОЛЯРІВ.....   | 202 |
| ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....   | 207 |