

ЖИТТЄВИЙ І ТВОРЧИЙ ШЛЯХ ФЕДОРА ФЕДОРОВИЧА БОЄЧКА

доктора біологічних наук, професора,
заслуженого працівника вищої школи України,
члена-кореспондента АПН України, завідувача кафедри біології та біохімії
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького



Ф. Ф. Боєчко народився 13 травня 1934 р. у с. Семаківці Коломийського району Івано-Франківської області. Батьки – Федір Іванович та Олена Михайлівна – працювали в колгоспі. Дитинство проходило в непростий період – у 1939 р. Східну Галичину було приєднано до УРСР, невдовзі почалася Друга Світова війна. Батько Ф. Ф. Боєчка був мобілізований на фронт і воював у частинах радянської армії до перемоги. У післявоєнний період Федір Боєчко став свідком утвердження радянської влади на Прикарпатті.

Середню школу Ф. Ф. Боєчко закінчив у сусідньому селі Корнич, після чого, протягом 1952-1957 рр., навчався на біологічному факультеті Чернівецького державного університету, спеціалізацію набував на кафедрі біохімії. Після закінчення навчання в університеті працював учителем хімії й біології та

виконував обов'язки завуча Козирянської середньої школи на Буковині. У 1957 р. вступив до аспірантури при кафедрі біохімії Чернівецького державного університету. Його науковим керівником був відомий біохімік, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біохімії, ректор університету К. М. Леутський. Аспірантуру закінчив у 1960 р. і отримав направлення на роботу до Уманського педагогічного інституту на посаду асистента кафедри хімії.

У 1961 р. Ф. Ф. Боєчко захистив кандидатську дисертацію в Київському державному університеті ім. Т. Г. Шевченка. Її тематика була пов'язана з дослідженням впливу вітамінів і мікроелементів на обмінні процеси в організмі людини і тварин.

У 1962 р. за його ініціативи на природничому факультеті Уманського педінституту було створено кафедру хімії, очільником якої був упродовж 15 років. Завдяки Ф. Ф. Боєчку на кафедрі облаштували біохімічну науково-дослідницьку лабораторію. Науковці отримали змогу досліджувати механізм дії біологічно активних речовин (вітамінів і мікроелементів) на жировий обмін і розвиток атеросклеротичних змін в організмі людини і тварин. Упродовж 1964–1969 рр. обіймав посаду проректора з навчально-виховної й наукової роботи. У 1966 р. отримав вчене звання доцента кафедри хімії.

У 1974 р. Ф. Ф. Боєчко захистив докторську дисертацію в Інституті біохімії імені О. В. Палладіна НАН України на тему: «Вивчення ролі мікроелементів (кобальту, марганцю і олова) в ліпідному обміні». У 1976 р. отримав учене звання професора.

З 1975 р. Ф. Ф. Боєчко очолював Уманський педагогічний інститут. Молодого керівника, який дбав про розвиток науково-педагогічних кадрів і матеріальної бази

інституту, перевели у 1979 р. на посаду ректора Черкаського педагогічного інституту. Федір Федорович успішно керував ВНЗ упродовж 21 року (1979–2000 рр.). За його керівництва було зміцнено навчально-матеріальну базу навчального закладу. Збудовано два сучасних комфортабельних гуртожитки поліпшеного планування, один з яких пізніше було реконструйовано в житловий будинок для викладачів і співробітників університету, введено в експлуатацію новий навчальний корпус на 2000 місць, розпочато будівництво кооперативного будинку для викладачів та співробітників інституту та гуртожитку сімейного типу. За цей час в університеті відкрито понад 10 нових спеціальностей і створено ряд факультетів і кафедр. Федір Федорович проявив себе як вимогливий, але водночас чуйний керівник. Боєчко Ф.Ф. сприяв зміцненню кадрового потенціалу ВНЗ: за час роботи на посаді ректора суттєво збільшилась чисельність аспірантів при кафедрах університету, десятки викладачів направлено на навчання до аспірантури і докторантури вищих навчальних закладів і науково-дослідних інститутів України й Росії. За його ініціативи до університету було запрошено на роботу ряд професорів, доцентів з інших міст. Ректор подбав про надання їм державного житла. Багато працівників університету добрим словом згадують підтримку й допомогу ректора. У 1994 р. Черкаський державний педагогічний інститут вперше було акредитовано за найвищим – четвертим рівнем. Завдяки Ф.Ф. Боєчку та Черкаській обласній раді педінститут у 1995 р. на колегії Міністерства освіти і науки України отримав статус державного університету з присвоєнням імені Богдана Хмельницького.

Зайнятість на адміністративній посаді не завадила Ф. Ф. Боєчку активно займатися науковою роботою. Він досліджує вплив вітамінів, мікроелементів і їх комплексів на обмінні процеси в організмі та його імуннозахисні функції в нормальних умовах та за умов дії малих доз іонізуючої радіації. Разом із групою викладачів професором Ф. Ф. Боєчком розроблено, апробовано й запатентовано спосіб реабілітації функцій імунної системи в осіб, що зазнали впливу факторів аварії на Чорнобильській АЕС.

З 1998 р. Ф. Ф. Боєчко очолює кафедру біохімії (згодом її об'єднали з кафедрою біології). Під його керівництвом ефективно розробляється методика викладання біохімії та хімії полімерів у системі вищої й середньої освіти. Організовано викладання ряду дисциплін у межах спеціалізації «Біохімія» для студентів-біологів. У 2008 р. за участю Федора Федоровича в університеті був створений Науково-дослідний інститут фізіології імені Михайла Босого, де він очолює відділ біохімії і до сьогодні.

Федір Федорович належить до покоління, на плечі якого лягли труднощі, притаманні українському народу: голодомор, Велика Вітчизняна війна, а потім вибір життєвого шляху. Він повністю віддався царині біохімічної науки. Теоретична позиція Ф. Ф. Боєчка – це позиція вітчизняної біохімічної школи. Стратегія – комплексний підхід до аналізу біохімічних процесів.

Життєва позиція Ф. Ф. Боєчка – самовіддане служіння справі, науці, демократичність, прямота, динамізм, рішучість, чесність, участь у долях людей, надзвичайно висока громадянська позиція. Усі ці риси надають особі Федора Федоровича привабливості, викликають повагу і характеризують його як яскраву особистість.

Ф. Ф. Боєчко – автор близько 200 наукових праць, у тому числі понад 20 підручників і посібників для студентів ВНЗ, училищ, учителів та учнів шкіл. Ним написано й видано перший в Україні навчальний посібник з хімії полімерів для студентів природничих факультетів ВНЗ («Хімія полімерів», 1965). Серед опублікованих праць Ф. Ф. Боєчка слід відзначити навчальні посібники для студентів: «Основи хімії полімерів» (1976, 1988, 2008), «Хімічна сировина та способи її переробки» (1980), «Основи органічної і біологічної хімії» (1983), «Органічна хімія»

(1986), «Біологічна хімія» (1989, 1995, 2011), «Основні біохімічні поняття, визначення і терміни» (1993); «Біохімія» (1997, 1998), «Збірник задач і вправ з біологічної хімії» (2000), «Основи молекулярної біології» (2010), «Основи молекулярної біології (курс лекцій)» (2013); практикуми: «Лабораторно-практичні заняття з органічної хімії» (1984), «Біохімічні методи досліджень» (2005), «Біохімія. Практикум. Статика» (2006), «Біохімія. Практикум. Динаміка» (2007), Лабораторний практикум з біохімії (2012).

Підручник «Органічна хімія» (2002), підготовлений і виданий у співавторстві з викладачами кафедри органічної хімії В. М. Найданом та А. К. Грабовим, рекомендований Міністерством освіти і науки України для учнів 10-11-х класів з поглибленим вивченням хімії в загальноосвітніх школах. Для вчителів шкіл були написані та видані також посібники: «Вибрані розділи курсу неорганічної хімії середньої школи» (1973), «Білок і кормовиробництво» (1987), «Біохімія для вчителя» (1985).

З 1994 р. Ф. Ф. Боєчка було обрано членом-кореспондентом Академії педагогічних наук України.

Під його керівництвом створена наукова школа – захистили кандидатські дисертації Д. М. Захарик, Г. С. Сизоненко.

Він був і є організатором багатьох наукових конференцій і симпозіумів. Ф. Ф. Боєчко – активний член редакційних колегій наукових журналів і спеціалізованих рад із захисту дисертацій; член Українського біохімічного товариства.

Робота Ф. Ф. Боєчка у ВНЗ була тісно пов'язана також з громадською діяльністю. Він неодноразово обирався депутатом Уманської і Черкаської міських рад, депутатом Черкаської обласної ради. Понад 10 років очолював обласне товариство «Знання».

Активна громадська та наукова діяльність Ф. Ф. Боєчка була відзначена державою: він нагороджений Орденом Трудового Червоного Прапора (1978), медаллю «За доблесну працю. В ознаменування 100-річчя з дня народження В. І. Леніна» (1970), медаллю А. С. Макаренка (1988), медаллю К. Д. Ушинського, нагрудним знаком «Відмінник народної освіти України» (1975), нагрудним знаком «Заслужений працівник вищої школи УРСР» (1984), Почесною грамотою Президії Верховної Ради УРСР. Громадськість визнала його Почесним громадянином міста Черкаси, у 1999 р. нагороджений пам'ятним знаком «За заслуги перед містом Черкаси» I ступеня.

Професор Ф. Ф. Боєчко має велику інтелектуальну і моральну силу, яка в цей нелегкий для науки час зміцнює віру й надію в дієвість вищих ідеалів. Він слугує чудовим прикладом для молодих науковців у виборі життєвих орієнтирів, формуванні якостей справжніх дослідників.

Гордістю Федора Федоровича є не лише його наукові й педагогічні здобутки, а й велика та міцна родина. Федір Федорович має дружину Любов Олександрівну – кваліфікованого фахівця в галузі біохімії. Разом вони опублікували ряд наукових праць і навчальних посібників. Разом виховали доньку Наталію і сина Владислава, які пішли стежками батьків – обоє займаються наукою, доценти, працюють викладачами вищих навчальних закладів і подарували їм п'ятьох онуків.

Нарис про ювіляра буде неповним, якщо не згадати про його хобі – риболовлю, якій він віддає вільний від роботи час. При цьому для Федора Федоровича важливим є не кількість пійманої риби, а сам процес риболовлі, спілкування з природою.

З нагоди славного ювілею колектив Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького зичить Федорові Федоровичу Боєчку міцного здоров'я і творчого довголіття.

Література

1. Боечко Федір Федорович // Вчені Черкащини. Бібліографічний довідник / Упорядник та ред. М. І. Бушин, Н. М. Бушина. – Черкаси: Відлуння, 1998. – С. 20–21.
2. Боечко Федір Федорович // Педагогічний словник / За ред. М. Д. Ярмаченка. – К: Педагогічна думка, 2001. – С. 62–63.
3. Боечко Федір Федорович // Академія педагогічних наук України. Інформаційний довідник. – К.: Фенікс, 2002. – С. 65.
4. Боечко Федір Федорович // Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. – К.: Вид-во «Світ успіху», 2009. – С. 36.

В. С. Лизогуб, С. І. Дерій, М. Н. Гаврилюк

УДК 159.944.4, УДК 612.275

Ф.Х. Бичекуева¹, Ю.В. Кравченко²,
А.Л. Евтушенко², В.И. Портниченко²

ВЛИЯНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ГИПОКСИИ НА ВНД СТАРШЕКЛАСНИКОВ ПРИ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНОМУ ПРОЦЕССУ

Проведены исследования высшей нервной деятельности у старшеклассников, постоянно проживающих на высотах 800м (контроль) и 2100м (долговременная адаптация к гипоксии) в начале, середине и конце учебного процесса. Установлено, что в ходе учебного процесса происходит ухудшение сенсомоторных показателей как в условиях долговременной адаптации к среднегорью, так и в низкогорье. При этом существенных различий в характере адаптации к учебному процессу не выявлено. Долговременная адаптация к гипоксии в среднегорье способствует оптимальному приспособлению учеников к учебному процессу и замедленному развитию процессов утомления в коре головного мозга по сравнению с контролем.

Ключевые слова: гипоксия, адаптация, среднегорье, высшая нервная деятельность, утомление, учебный процесс

Постановка проблемы. Старший школьный возраст совпадает с окончательным морфофункциональным созреванием всех физиологических систем человеческого тела. Значительно повышается роль корковых процессов в регуляции психической деятельности и физиологических функций организма. Высшая нервная деятельность обеспечивает человеку адекватное приспособление к действию факторов окружающей среды, поэтому те или иные влияния среды вызывают разнообразные изменения высшей нервной деятельности. В зависимости от силы внешнего влияния изменения высшей нервной деятельности могут колебаться в пределах нормы или выходить за них, становясь патологическими. В связи с этим представляет интерес исследование влияния долговременной гипоксии (высота 2100 м) на организм старшеклассников и определение степени конструктивности-деструктивности данного феномена. В данном случае учебный процесс является идеальным возмущающим воздействием.

Анализ последних достижений и публикаций. Организм школьника реагирует на воздействие различных факторов внешней среды в зависимости от своих конституциональных и психологических особенностей. Рядом исследований установлено, что восприимчивость организма к подобного рода воздействиям зависит от его соматотипологии [1]. Существенные умственные нагрузки выступают в роли мощного стрессорного фактора, способного вызвать снижение функциональных резервов кардиоваскулярной системы [2]. В период учебы дети переживают сложный социо-психофизиологический процесс – адаптацию к обучению в школе, что является важным для формирования личности [3]. Также воздействие эндогенных и экзогенных неблагоприятных факторов в данный возрастной период может повлечь за собой дизонтогенетическое развитие [4]. Различные виды неблагоприятных функциональных состояний (утомление, монотония, неадекватные реакции при стрессах и т. д.), имеющие место во время учебного периода, не только значительно снижают успешность и качество труда, но и заставляют человека платить высокую психофизиологическую цену за выполняемую работу. Поэтому, учебной адаптации, как одному из видов социальной адаптации, включающей социально-психологический и психофизиологический компоненты, следует уделять особое внимание. Известно, что приспособление организма к воздействию внешних средовых факторов сначала происходит за счет лабильных и чувствительных рефлекторных механизмов и, только в дальнейшем, если данные воздействия продолжаются, происходят соответствующие

вегето-соматические сдвиги, обеспечивающие различную степень оптимального состояния организма в новых условиях, при этом рефлекторные перестройки могут вернуться к прежнему уровню [5]. В связи с этим представляет интерес вопрос о связи психовегетативного обеспечения процесса адаптации учащихся к учебной деятельности с их нейродинамическими характеристиками. В частности, представляют интерес зрительно-моторные характеристики нервной деятельности учащихся при адаптации к учебному процессу в результате действия долговременной гипоксии. Как известно [6], одним из компонентов долговременного приспособления к кислородному голоданию является «устойчивый уровень оптимальной нейрогуморальной регуляции». Перестройка метаболизма, развивающаяся в процессе адаптации к гипоксии, характеризуется наличием целой системы изменений на высшем уровне нейроэндокринной регуляции, что является результатом активации генома и появлением новых белков в головном мозге, что в значительной мере оптимизирует работу мозга в условиях гипоксии. Экспериментальные данные показывают, что гипоксия приводит к деполяризации мембраны нейронов, повышению их возбудимости и общему деполяризационному сдвигу в коре [7]. Поэтому актуальным является исследование сенсомоторной активности школьников как в процессе адаптации к учебному процессу, так и в результате долговременной адаптации к гипоксии.

Цель статьи. Необходимо дать сравнительную оценку динамики утомления учеников старших классов при формировании адаптивно-приспособительных реакций организма к учебному процессу в условиях низкогогорья (800м) и среднегорья (2100м). В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать нейродинамические характеристики учеников.
2. Изучить динамику сенсомоторных показателей учащихся в процессе адаптации к учебной деятельности.
3. Дать оценку психофизиологическим критериям характера адаптации учеников к учебному процессу при долговременной гипоксии по сравнению с контролем.

Методика

Объектом исследования были выбраны учащиеся 10-11 классов Терскольской средней школы в возрасте 15-16 лет и количестве 18 человек, постоянно проживающих на высоте 2100 метров над уровнем моря. Контрольное обследование проводилось на группе учеников 10 класса Гунделенской средней школы в возрасте 15-16 лет и количестве 16 человек, постоянно проживающих на высоте 800 метров над уровнем моря. Обследование проводилось в три этапа в первой половине дня. Первый этап – начало учебного процесса: 02.09.2010г. для основной группы и 7.09.2010г. для контрольной. Второй этап – середина учебного процесса: 24.12.2010г. для основной группы и 23.12.2010г. для контрольной. Третий этап – конец учебного процесса: 27.05.2011г. для основной группы и 25.05.2011г. для контрольной.

Для определения индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности учащихся оценивались нейродинамические функции: определялись уровень функциональной подвижности (УФП НП) и динамичности (ДНП) основных нервных процессов, а также латентные периоды простой и сложной зрительно-моторной реакции на световой раздражитель на приборе нейродинамических исследований ПНДИ, разработанного в институте физиологии им. А.А. Богомольца по методике Н.В. Макаренка [8]. Определение уровня функциональной подвижности нервных процессов производилось в режиме «обратная связь», когда длительность экспозиции тестирующего сигнала изменялась автоматически в зависимости от правильности ответных реакций испытуемого. Определение времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) на световой раздражитель проводилось в режиме

определения реакции правой руки на каждый раздражитель. Выбирался вид раздражителя (цвет или геометрическая фигура или слова) и количество сигналов. Прибор нейродинамических исследований регистрировал и отображал на экране среднее значение и ошибку среднего значения латентного периода простой зрительно-моторной реакции при предъявлении 30 однородных раздражителей.

Определение сложной зрительно-моторной реакции в условиях выбора двух из трех (РВ2-3) предъявляемых сигналов (геометрических фигур) проводился в режиме определения реакций правой и левой рук на определенный раздражитель (квадрат – правая, круг – левая, треугольник – не нажимать) в количестве 30 сигналов. Также регистрировалось количество ошибочных реакций. Результаты экспериментов подверглись вариационно-статистической обработке. Для создания одномерного статистического отчета, содержащего информацию о центральной тенденции и изменчивости входных данных, использовали описательную статистику Microsoft Excel. Вариационные ряды, полученные в эксперименте, были характеризованы средней арифметической величиной (M) и средней квадратичной ошибкой (m). Вычислялся показатель существенной разности (t) и учитывая число измерений по таблице t - распределения Стьюдента, определялась вероятность различий (P). Различие считалось статистически достоверным при $P < 0,05$. В этом случае правильность вывода о существовании различий величин может быть подтверждена в 95% случаев.

Результаты и их обсуждение

Результаты измерений латентных периодов простой (ПЗМР), сложной (РВ2-3) зрительно-моторных реакций, количества ошибочных реакций, уровня функциональной подвижности (УФП НП) и динамичности (ДНП) основных нервных процессов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменения зрительно-моторных показателей у старшеклассников в течении учебного процесса на низкогорье и среднегорье

Высота/Этап	ПЗМР мс	РВ2-3 мс	Ошибки количество	УФП НП с	ДНП с
800м/1	297,1±14,8	452,8±15,7	0,50±0,20	63,3±0,8	57,1±3,1
800м/2	323,1±14,9	480,0±16,6	0,60±0,20	68,0±0,9*	60,3±2,9
800м/3	343,2±15,0*	491,0±17,0*	0,90±0,10*	67,3±0,8*	55,0±3,2
2100м/1	301,3±13,9	450,1±15,2	0,40±0,10	59,2±0,7	58,5±3,7
2100м/2	324,5±15,6	477,0±15,7	0,50±0,30	64,5±0,8*	60,4±2,9
2100м/3	370,9±15,1*	479,6±15,9	0,60±0,10	67,1±0,7*	59,5±3,2

1 – начало учебного процесса; 2 - середина учебного процесса; 3 – конец учебного процесса; ПЗМР - простая зрительно-моторная реакция; РВ2-3 - реакция выбора двоих сигналов з трех; УФП НП – уровень функциональной подвижности нервных процессов; ДНП - динамичность нервных процессов; * - различие статистически достоверно ($P < 0,05$)

Отмечается тенденция к увеличению латентного периода простой зрительно-моторной реакции к середине учебного процесса и его достоверный рост к концу учебы, при этом изменения более выражены у школьников, проживающих на высоте 2100 м (рис.1)

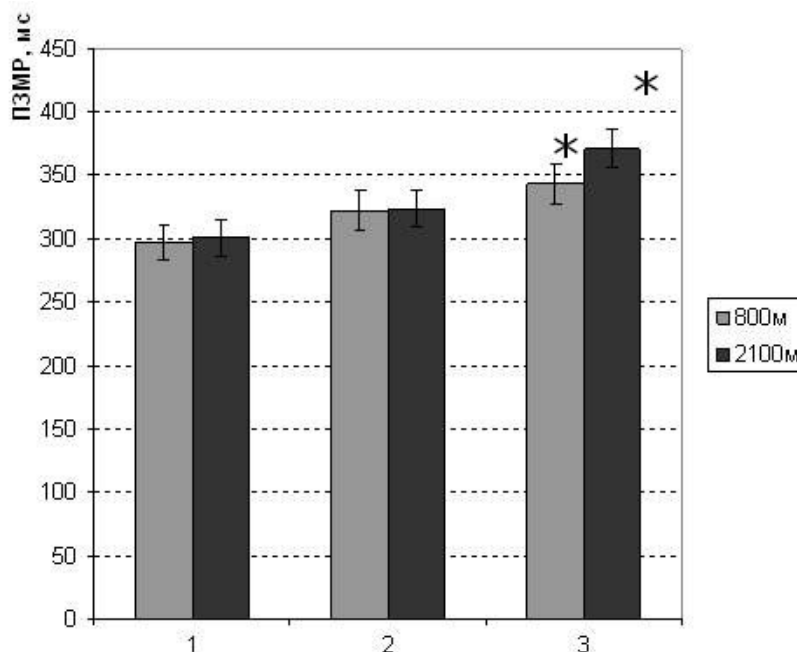


Рис.1. Изменения простой зрительно-моторной реакции у старшеклассников в течении учебного процесса на низкогорье и среднегорье.

1 – начало учебного процесса; 2 - середина учебного процесса; 3 – конец учебного процесса.

Достоверное ухудшение реакции выбора двух сигналов из трех к концу учебного процесса (рис. 2) наблюдается у старшеклассников, проживающих в условиях низкогорья, на среднегорье – только тенденция к увеличению сложной зрительно-моторной реакции.

Аналогичная картина (рис. 3) наблюдается по показателю количества ошибочных реакций. У школьников при долговременной адаптации к гипоксии (2100м) не наблюдается достоверного ухудшения качества работы при выборе двух сигналов из трех, в отличие от условий низкогорья.

Анализ динамичности нервных процессов при адаптации к учебному процессу не выявил не только достоверных изменений, но и тенденций, а наиболее информативным показателем для контроля за состоянием ВНД у старшеклассников оказался уровень функциональной подвижности нервных процессов (рис. 4), когда наблюдается достоверное изменение УФП НП в худшую сторону не только к концу учебного года, но и к середине учебного процесса в обеих группах, что говорит о чувствительности данного показателя к изучаемым воздействиям. В связи с этим можно рекомендовать использовать УФП НП как базовый критерий оценки хода адаптации учеников к учебному процессу по состоянию высшей нервной деятельности, что согласуется с данными литературы [9]. Интересно отметить, что уровень функциональной подвижности в учеников, проживающих в среднегорье достоверно выше, чем учащихся низкогорья, а вот к концу учебного года, различие нивелируется, хотя усталостные процессы в коре головного мозга развиваются быстрее в контрольной группе и достигают своего апогея уже в середине учебного процесса.

Выявленные различия могут говорить о том, что долговременная адаптация к гипоксии способствует более оптимальной адаптации учеников к учебному процессу, но и не исключает и лучшей организации учебного процесса в Терскольской средней школе (2100м). В любом случае в обоих вариантах можно рекомендовать проведение коррекционных мероприятий на повышение уровня активации регуляторных систем: закаливание, умеренная физическая активность, оказывающая неспецифическое

активирующее действие, комплексная витаминотерапия с обязательным включением аскорбиновой кислоты в качестве адаптогена, фитосредства тонизирующего действия и тому подобное.

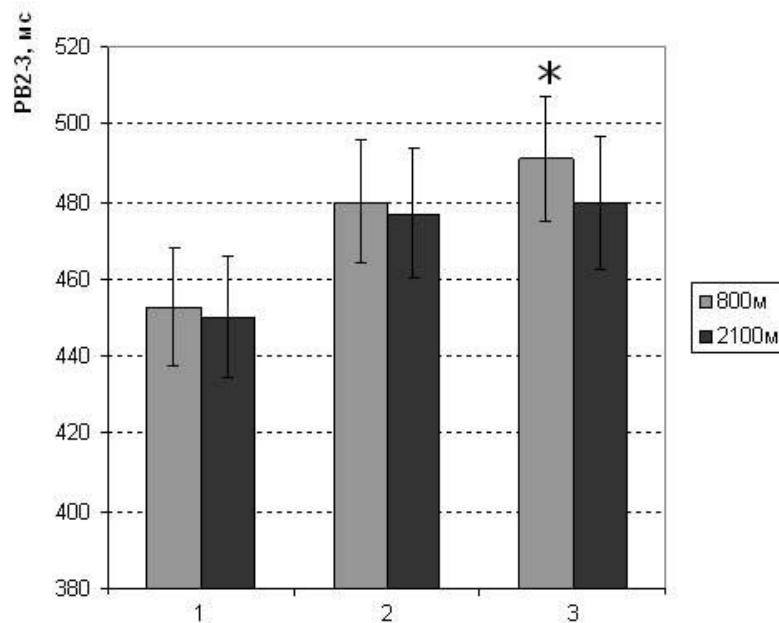


Рис.2. Изменения сложной зрительно-моторной реакции у старшеклассников в течении учебного процесса на низкогорье и среднегорье.

1 – начало учебного процесса; 2 - середина учебного процесса; 3 – конец учебного процесса.

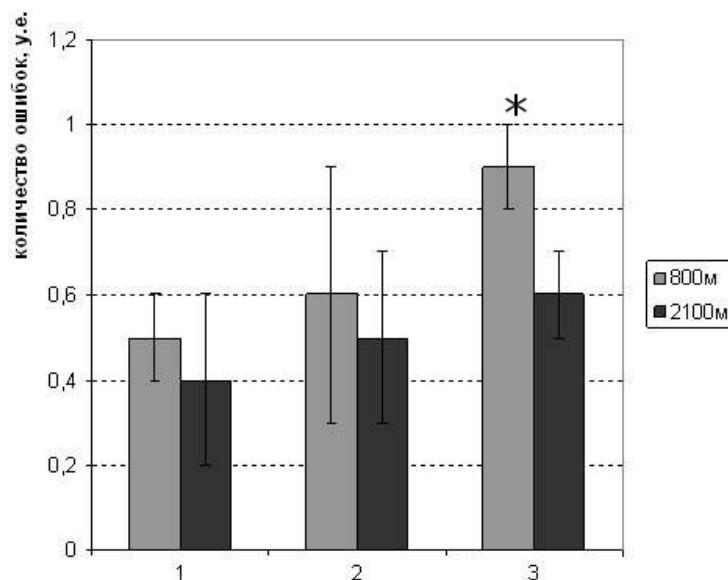


Рис.3. Изменения количества ошибок сложной зрительно-моторной реакции у старшеклассников в течении учебного процесса на низкогорье и среднегорье.

1 – начало учебного процесса; 2 - середина учебного процесса; 3 – конец учебного процесса.

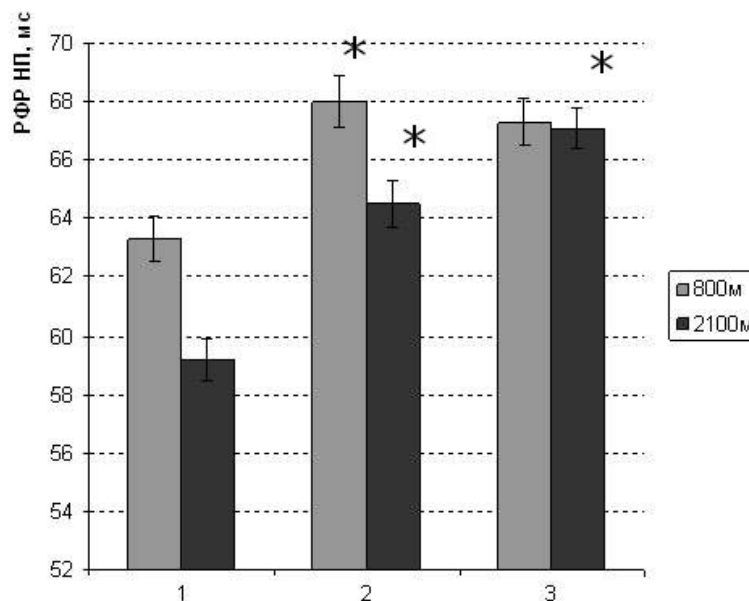


Рис.4. Изменения уровня функциональной подвижности у старшеклассников в течении учебного процесса на низкогорье и среднегорье.
1 – начало учебного процесса; 2 - середина учебного процесса; 3 – конец учебного процесса.

Учебные занятия требуют напряженной работы головного мозга, и прежде всего его высшего отдела — коры головного мозга, поэтому нагрузка на нервные элементы не должна превышать их функциональных возможностей, иначе неизбежны патологические изменения высшей нервной деятельности [10]. Очевидно, что результаты исследования, полученные при анализе зрительно-моторных показателей у школьников, расширяют представление об особенностях функционирования головного мозга школьников в условиях долговременной адаптации к гипоксии. Они могут быть использованы для оценки адаптационных возможностей организма старшеклассников к учебному процессу.

Выводы

1. В результате анализа нейродинамических показателей выявлены дезадаптивные тенденции в процессе учебного процесса, связанные с ухудшением сенсомоторных показателей как в условиях долговременной адаптации к среднегорью, так и в контроле.
2. Существенных различий в характере адаптации к учебному процессу не выявлено, хотя можно достоверно говорить о более оптимальной адаптации к учебному процессу при долговременной адаптации к гипоксии в сравнении с контролем по показателям уровня функциональной подвижности нервных процессов и сложной зрительно-моторной реакции.
3. Долговременная адаптации к гипоксии в среднегорье способствует замедленному развитию усталостных процессов в коре головного мозга по сравнению с контролем, при этом УФП НП является наиболее информативным показателем качества адаптации нервной системы школьников к учебному процессу.

Литература

1. Агаджанян Н.А. Разработка новых методов исследования эколого-физиологических механизмов адаптации человека / Агаджанян Н.А., Сушкова Л.Т., Нефедьев В.В. // Эколого-физиологические проблемы адаптации: Матер. X Международный симпозиум – М.: Изд-во РУДН, 2001.– С.17-20.

2. Ward T.E. The Bruce Treadmill Protocol: does walking or running during the fourth stage alter oxygen consumption values / Ward, T.E., Hart, C.L. McKeown, B.C. // Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 38(2). – 2000. – p. 132-137.
3. Лусканова Н.Г. Диагностические аспекты проблемы школьной дезадаптации у детей младшего школьного возраста. Охрана здоровья детей / Лусканова Н.Г., Коробейников И.А. // Психология детей с нарушениями и отклонениями психического развития. - СПб.: Питер, 2001. – С. 149-166.
4. Мастюкова Е.А. Виды и причины отклонений развития у детей. Охрана здоровья детей / Е.А. Мастюкова // Психология детей с нарушениями и отклонениями психического развития. - СПб.: Питер, 2001. – С. 166 – 195.
5. Слоним А.Д. Среда и поведение : формирование адаптивного поведения / А.Д. Слоним. – Ленинград: Наука, 1986. – 211 с.
6. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации / Ф.З. Меерсон. - М., - 1993. - 331с.
7. Saul L.J. Psychologic coorelations with the electroencephalogram / Saul L.J., Davis H. // Psychosom. med. – 1994. – V. 11. - p. 361-376.
8. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини / М.В. Макаренко // Фізіол. журн. - 1999. - т. 45, № 4. - С. 125.
9. Kirby N. H. Reaction time and inspection time as measures of intellectual ability / N.H. Kirby., T. Nettelbeck // Pers.andIndiv.Diff. -1989. V. 10, No. 1. - P. 11-14.
10. Молчанов К.А. Возрастные изменения мнемических способностей на поздних этапах онтогенеза / К.А. Молчанов // «Современные проблемы науки и образования». – 2008. № 3.- С. 232-238.

Анотація. Бічекусва Ф.Х., Кравченко Ю.В., Євтушенко О.Л., Портніченко В.І. Вплив довготривалої гіпоксії на ВНД старшокласників при адаптації до навчального процесу. Проведені дослідження вищої нервової діяльності у старшокласників, які постійно проживають на висотах 800м (контроль) і 2100м (довготривала адаптація до гіпоксії) на початку, в середині і наприкінці навчального року. Встановлено, що в ході навчального процесу відбувається погіршення сенсомоторних показників як в умовах довготривалої адаптації до середньогір'я, так і в умовах низькогір'я. При цьому істотних відмінностей у характері адаптації до навчального процесу не виявлено. Довготривала адаптація до гіпоксії в середньогір'ї сприяє оптимальному пристосуванню учнів до навчального процесу і сповільненому розвитку процесів стомлення в корі головного мозку в порівнянні з контролем.

Ключові слова: гіпоксія, адаптація, середньогір'є, вища нервова діяльність, втомлення, навчовий процес.

Summary. Bichekueva F.H., Kravchenko Yu.V., Evtushenko A.L., Portnichenko V.I. The impact of long term hypoxia on higher nervous activity of high school pupils in the adaptation to the educational process. Researches of the higher nervous activity at the senior pupils constantly living at heights of 800 and 2100 meters in the beginning, the middle and the end of educational process are conducted. It is established that during educational process there is a deterioration sensomotors indicators both in the conditions of long-term adaptation to middlemountaings and in control. Thus essential distinctions in character of adaptation to educational process it is not revealed. Long-term adaptation to a hypoxia promotes more optimum adaptation of pupils to educational process. Long-term adaptation to a hypoxia promotes the slowed down development of fatigue processes in a cerebral cortex in comparison with control.

Keywords: hypoxia, adaptation, middlemountaing, higher nervous activity, fatigue, educational process

¹МЦАМЭИ, п.Терскол, КБР, РФ

²Институт физиологии им. А.А. Богомольца, Украина

Получено редакцией

15.11.2013

Принято к публикации

14.03.2014

УДК 616.577:16

Ф.Ф. Боєчко, Л.О. Боєчко

ОКРЕМІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, СПЕЦИФІЧНІ ТЕСТИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІТАМІНОДЕФІЦИТНИХ СТАНІВ

У роботі з'ясовується можливість використання окремих біохімічних показників, тестів і функціональних проб для ідентифікації вітамінодефіцитних станів та оцінювання вітамінного балансу організму. Встановлено, що якісне і кількісне визначення вітамінів та їх метаболітів в рідинах організму, а також їх уринарна екскреція та специфічні тести і функціональні проби можуть надати цінну інформацію про забезпечення організму вітамінами та стан вітамінного балансу. Це важливо з огляду на біологічні функції вітамінів та значне поширення захворювань в етіології і патогенезі яких прослідковується дефіцит цих аліментарних чинників екзогенного походження.

Ключові слова: вітамінодефіцитні стани, функціональні проби, тести, біохімічні критерії.

Постановка проблеми. Вітаміни це важлива група біологічно активних сполук, які суттєво впливають на перебіг метаболічних процесів в організмі. Характерною особливістю вітамінів є екзогенне походження, тобто, відсутність синтезу в організмі людини і більшості тварин і, одночасно з цим, їх есенціальність, оскільки вітаміни не можна замінити будь-якими іншими аліментарними чинниками.

Незамінність вітамінів для організму зумовлена як особливостями їх участі в процесах внутрішньоклітинного обміну так і різноманітністю механізмів біологічної дії. Зокрема, вітаміни виявляють як безпосередній вплив на клітинний метаболізм, так і вплив опосередкований посиленням інтенсивності перебігу ферментативних процесів. В першому випадку, дія вітамінів подібна до біологічних ефектів гормонів (вітаміно-гормони), а в другому – вони забезпечують формування активних форм ферментів, в складі яких виконують роль коферментів або простетичних груп (вітаміно-ензими).

Різноманітний вплив вітамінів на клітинний метаболізм зумовлює значний інтерес до детального вивчення не лише особливостей реалізації механізму їх біологічних ефектів, але і специфічної дії на організм дефіциту цих аліментарних чинників. У зв'язку з цим, важливим є розробка і застосування певних біохімічних критеріїв, тестів та функціональних проб для ідентифікації вітамінодефіцитних станів. Це особливо актуально з огляду на те, що в останні роки в етіології і патогенезі багатьох захворювань прослідковуються метаболічні розлади, зумовлені порушенням обміну та використання вітамінів для забезпечення метаболічних процесів в організмі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню біологічних ефектів вітамінів, їх значення в процесах обміну та наслідків дефіциту в організмі, в останні роки, надається значна увага. Так, було з'ясовано цілий ряд специфічних особливостей вітамінів, як незамінних аліментарних чинників, що зумовило зміну усталених раніше поглядів на їх властивості і функції в метаболізмі. Зокрема, було виявлено коферментні функції жиророзчинних вітамінів (А, К, Е) та некоферментні – водорозчинних (В₁, В₆). Так, встановлено, що крім відомих кофакторних функцій, для вітамінів В₁ і В₆ характерна нейроактивність та важлива роль в забезпеченні синаптичної передачі нервових збуджень. Вважають, що ці біологічні ефекти зумовлені стимулюванням регуляторних функцій специфічних медіаторів передачі нервових збуджень у синапсах внаслідок деполаризації і реполаризації синаптичних мембран. В цих процесах задіяні фосфорні ефіри тіаміну, зокрема тіамін моно-ди- та трифосфати [6:75].

Високу нейроактивність вітаміну В₁ пов'язують також з процесами трансфосфорилування його попередників, що сприяє регуляції синтезу медіатора передачі нервових збуджень – ацетилхоліну, внаслідок зміни інтенсивності утворення його з ацетил-КоА [6:75; 4:110].

Наявність неврологічних розладів при важких формах В₆-авітамінозу (епілептоформного синдрому) також пояснюється його нейроактивністю, участю в процесах синтезу субстратів необхідних для утворення медіаторів передачі нервових збуджень [4:110].

В останні роки було переглянуто та уточнено рекомендовані норми добової потреби в окремих жиророзчинних вітамінах і спростовано уявлення про нешкідливість вживання значних кількостей вітамінів, особливо жиророзчинних, які здатні до депонування в тканинах організму.

На сьогодні, розроблено рекомендовані норми добової потреби практично для всіх водо- і жиророзчинних вітамінів для різних вікових груп населення – від народження до похилого віку, які відповідають сучасним умовам життя [10:5].

Виявлено також ряд специфічних особливостей прояву біологічних ефектів вітаміну С, які суттєво змінили уяву про його участь у перебігу метаболічних процесів в організмі. Зокрема, висловлюється припущення про участь цього вітаміну в якості кофактора ферментів гідроксилаз, які забезпечують синтез катехоламінів та кортикостероїдів – важливих регуляторів процесів гліюконеогенезу, водно-мінерального обміну та синтезу ряду біологічно активних сполук. Важливою є також роль вітаміну С в підтриманні функціонального стану сполучної тканини внаслідок формування зрілого колагенового комплексу, який входить до складу основної речовини сполучної тканини. В цьому процесі вітамін С є донором гідрогену для процесів гідроксилювання залишків проліну і лізину в поліпептидних ланцюгах проколагену, внаслідок чого утворюється його функціонально активна форма – зрілий колаген [5:52].

Значна увага, в останні роки, надається вивченню синергічних та антагоністичних взаємних відносин між вітамінами, а також їх сумісної дії як одного з одним, так і з лікарськими препаратами та різними метаболітами [1:408].

Заслужують на увагу також дослідження проведені вченими вітамінологами, які стосуються з'ясування біологічних функцій окремих вітамінів, їх впливу на клітинний метаболізм [1:408].

Важливі біологічні функції вітамінів, їх есенціальність та екзогенність походження зумовлює необхідність постійного надходження до організму в певних, хоч і невеликих, кількостях. Рекомендовані норми добової потреби для більшості вітамінів знаходяться в межах сотих і тисячних долей грама, однак недостатнє надходження їх до організму зумовлює розвиток вітамінодефіцитних станів (гіпо- та авітамінозів). Причини розвитку цих станів різні, найчастіше виділяють екзогенні (первинні) та ендогенні (вторинні) авітамінози, але наслідки для організму, як у першому, так і другому випадку, є небезпечними для здоров'я, оскільки при дефіциті вітамінів порушуються процеси обміну та знижується опірність організму до дії ушкоджуючих чинників фізичної, хімічної і біологічної природи [7:32]. Вітамінодефіцитні стани можуть мати тривалий латентний перебіг, оскільки жиророзчинні вітаміни депонуються в окремих тканинах, а водорозчинні частково синтезуються симбіотичною мікрофлорою кишковика.

Враховуючи наслідки дефіциту вітамінів для організму людини в роботах ряду авторів значна увага надається з'ясуванню не лише причин їх розвитку, але і можливості запобігання цьому. Зокрема, в літературі є дані, які вказують, що причиною

розвитку вітамінодефіцитних станів часто є порушення структури харчування населення [7:32].

Важливе значення у розвитку екзогенних авітамінозів має також недостатній вміст вітамінів у продуктах харчування, їх втрата при зберіганні та кулінарній і технологічній обробці. Як вказує В.Б. Спірічев, внаслідок лише цих причин, харчовий раціон сучасної людини, навіть у випадку покриття енерговитрат організму, не завжди здатний забезпечити рекомендовані норми добової потреби у вітамінах та інших біологічно активних сполуках [8:68]. В той же час, за умов постійного психоемоційного навантаження та впливу негативних чинників довкілля потреба у вітамінах значно зростає. На думку ряду авторів для вирішення цієї проблеми необхідне збагачення продуктів харчування водо- і жиророзчинними вітамінами [1:408].

Ряд авторів підкреслює необхідність застосування надійних методів контролю вмісту вітамінів в продуктах харчування, що може суттєво знизити дефіцит цих аліментарних чинників в організмі [8:68].

Часто причиною авітамінозів є порушення використання вітамінів організмом внаслідок захворювань внутрішніх органів, зміни бактеріальної мікрофлори кишечника, зниження його резорбційної здатності, комплексоутворення вітамінів з різними лігандами або дії антиметаболітів [11:46]. За цих умов, розвиваються ендогенні авітамінози. Крім того, важливе значення має дотримання оптимального співвідношення вітамінів з іншими компонентами харчового раціону – білками, вуглеводами, ліпідами. Незаперечним є те, що між окремими вітамінами, а також різними метаболітами, які утворюються внаслідок ланцюгів ферментативних перетворень різних сполук, існують складні взаємні відносини, що може зумовлювати зв'язування вітамінів, переведення їх в неактивний стан, або надмірне виведення із організму, що також може стати причиною розвитку вітамінодефіцитних станів [1:408]. Суттєвим чинником дефіциту вітамінів в організмі є також підвищення вживання консервованих та технологічно оброблених і рафінованих продуктів харчування [3:16].

В ряді країн Західної Європи проблему дефіциту вітамінів вирішують вітамінізацією продуктів харчування – муки, макаронних виробів, маргарину. Вміст вітамінів та інших біологічно активних сполук, зокрема мінералів (мікро- і мікроелементів), строго регламентується та контролюється органами державного нагляду [9:548].

Значне поширення вітамінодефіцитних станів зумовлює посилену увагу не лише до їх вивчення, але і до розробки методів ідентифікації та застосування надійної профілактики їх розвитку. Ця проблема є актуальною, і привертає увагу як дослідників, так і клініцистів. Характерним є те що, як правило, частіше зустрічається дефіцит не одного, а кількох вітамінів. У зв'язку з цим, симптомокомплекси таких полівітамінодефіцитних станів часто нечітко виражені і бувають не зовсім вірно інтерпретовані, що ускладнює їх ідентифікацію.

Враховуючи вказане вище, для профілактики і лікування вітамінодефіцитних станів важливе значення має розробка і застосування специфічних методів їх ідентифікації. Фундаментальними в цьому плані є роботи відомих вітамінологів, в яких розглядаються різні аспекти цієї проблеми [8:68].

Згідно даних літератури, для ідентифікації наявності дефіциту вітамінів в організмі застосовують цілий ряд показників функціонального стану організму, специфічні проби, візуальне обстеження та визначення вітамінів і їх метаболітів в рідинах організму. Зокрема, ряд авторів, рекомендує для оцінювання стану вітамінного балансу візуальне та тестове оцінювання на основі наявності специфічних симптомокомплексів: стану шкіри, слизових оболонок ротової порожнини, органів зору. Ця інформація особливо важлива для визначення дефіциту водорозчинних

вітамінів (С, В₁, В₅, В₆). Суттєвим є також наявність розрихлення тканини ясен, болі в кінцівках, епілептоформні напади, розлади шлунково-кишкового тракту (діарея) [2:944].

Для оцінювання вітамінного статусу організму рекомендують також визначення в рідинах організму метаболітів окремих вітамінів або біосубстратів для перетворення яких необхідна їх наявність. Цінну інформацію, щодо забезпечення організму окремими вітамінами протягом певного часу, можна отримати також при вивченні уринарної екскреції вітамінів чи їх метаболітів [8:68].

Рівень уринарної екскреції вітамінів інколи розраховують на 1г креатиніну, оскільки цей показник за рекомендаціями ВООЗ, використовують у якості своєрідного еталону для вираження рівня екскреції різних сполук з організму.

Значного поширення набули ензиматичні методи оцінювання вітамінного статусу організму, суть яких у визначенні активності ферментних систем в складі яких окремі вітаміни виконують роль кофакторів. Однак, ці методи дають змогу оцінити забезпечення організму лише езимовітамінами. Про насичення тканин організму вітамінами та забезпечення ними протягом тривалого часу, можна отримати інформацію також на основі проб з навантаженням [13:651].

Мета статті. Враховуючи важливу біологічну роль вітамінів, їх незамінність та екзогенність походження, а також порушення обміну речовин при недостатньому або надмірному надходженні до організму цих есенціальних чинників, актуальним є проведення постійного контролю стану вітамінного балансу організму. Це, особливо, важливо для з'ясування забезпечення організму вітамінами студентів, оскільки на баланс вітамінів в організмі значний вплив виявляє як повноцінність раціону, вміст в продуктах харчування окремих вітамінів, так і посилене використання вітамінів при розумових та психоемоційних навантаженнях. В цьому плані, важливим є проведення постійного контролю забезпечення організму вітамінами на основі специфічних критеріїв, що може попередити розвиток вітамінодефіцитних станів та їх негативні наслідки, особливо в період підсумкового контролю знань студентів. Це тим більше важливо, оскільки дефіцит вітамінів може зумовити загострення хронічних захворювань та поширення мікробних і вірусних інфекцій, особливо в зимово-весняний період внаслідок ослаблення імунного захисту організму. Враховуючи це, ми поставили за мету з'ясувати забезпечення вітамінами студентів III-IV курсів ННІ природничих наук у різні періоди року на основі рекомендацій по ідентифікації вітамінодефіцитних станів, шляхом визначення рівня уринарної екскреції вітамінів і їх метаболітів, специфічних функціональних проб, тестів та візуального обстеження.

Методика

Для вивчення забезпечення організму студентів водо- та жиророзчинними вітамінами і оцінювання наявності чи відсутності вітамінодефіцитних станів, нами було проведено обстеження групи студентів III-IV курсу ННІ природничих наук, в кількості 50 осіб, за їх згодою, під безпосереднім контролем медперсоналу. Обстеження проводили згідно з положеннями Конвенції Ради Європи «Про захист прав та гідності людини в аспекті біомедицини» (1997 р.), «Етичними принципами медичних наукових досліджень із залученням людських суб'єктів», прийнятих 52-ю Асамблеєю Всесвітньої Медичної Асоціації (2000 р.), принципами Гельсінської декларації (1964 р.) та дотримання діючих нормативних вимог.

Перед проведенням обстеження у студентів було з'ясовано відсутність гострих і хронічних захворювань, визначено ряд фізіологічних показників, які засвідчують загальний стан здоров'я на основі аналізу даних, отриманих за допомогою комп'ютерної діагностики. До груп обстежених включали практично здорових осіб.

При формуванні груп обстежуваних враховували також цілий ряд показників – індекс здоров'я, стан симпатико-адреналової системи, імунного захисту, а також окремі антропометричні та фізіологічні показники (пульс, тиск, вік, зріст, маса тіла та ін.).

Всього було проведено кілька серій обстеження в яких визначали різні показники, що дають уяву про забезпечення організму вітамінами. Спочатку проводили вивчення стану забезпечення організму вітамінами на основі візуального та тестового обстеження. З цією метою, було підготовлено опитувальники та відповідні тестові завдання, які включали специфічні ознаки дефіциту окремих вітамінів. Перелік специфічних симптомокомплексів розробляли на основі рекомендацій літературних джерел. Тестові завдання мали варіанти відповідей “так”, “ні”, “інколи”.

Візуальне оцінювання наявності вітаміндефіцитних станів проводили на основі аналізу стану шкіри, волосся, нігтів, слизових оболонок ротової порожнини, а також проведення специфічних проб, які дають уяву про дефіцит окремих вітамінів (манжетної, темної, зап'ястної) [13:651].

Далі проводили обстеження щодо забезпечення організму студентів вітаміном С на основі рівня його погодинної уринарної екскреції за нормальних фізіологічних умов і при навантаженні організму цим вітаміном. Уринарну погодинну екскрецію вітаміну С визначали за методом Тільманса, з використанням барвника 2,6-дихлорфеноліндофенолу [12:920]. Метод ґрунтується на здатності 2,6-дихлорфеноліндофенолу в кислому середовищі за присутності вітаміну С утворювати хромоген рожевого кольору. Точку еквівалентності визначали за зміною забарвлення досліджуваного зразка біоматеріалу в дослідній і контрольній пробах. Погодинну уринарну екскрецію вітаміну С визначали за формулою, яка включала різницю вмісту вітаміну С в контрольній і дослідній пробі, загальний об'єм відібраного біоматеріалу, об'єм, використаний для титрування, час відбору проби та коефіцієнт перерахунку. Урину для аналізу відбирали натще, вимірювали загальний об'єм, з якого відбирали 2 мл для досліджу.

Проби з навантаженням проводили за схемою: визначення уринарної екскреції вітаміну С до одноразового (per or) навантаження вітаміном С та після вживання 200 мг аптечного препарату аскорбінової кислоти. Патехіальну (манжетну) пробу проводили за методикою Кончаловського-Румпеля-Леєде [14]. Суть цієї проби у створенні негативного тиску за допомогою манжетки тонометра з наступним зниженням його та підрахунком утворених петехій на долонній поверхні передпліччя. В нормі, після проведення проби, виявляється до 10-15 точкових крововиливів, що вказує на слабо виражену позитивну пробу. При наявності 20-25 петехій проба вважалася позитивною, а більше 30 – різко позитивною.

Результати та їх обговорення

Результати, отримані в першій серії обстеження, представлено на рис. 1. Аналіз отриманих даних, засвідчує, що в студентів найчастіше спостерігається дефіцит таких водорозчинних вітамінів, як: В₁, В₂, В₆ і С, а також жиророзчинних – А і Д.

Вітаміндефіцитні стани, як правило, супроводжувались специфічними метаболічними розладами, зниженням резистентності капілярів, порушенням темної адаптації, наявністю анемічних станів, респіраторних захворювань, петехіальних висипів. При вивченні глибини авітамінозних станів встановлено, що вираженість дефіциту окремих вітамінів перевищувала 50%.

Оскільки при візуальному і тестовому обстеженні було виявлено високий відсоток дефіциту вітаміну С, то надалі нами було проведено визначення уринарної екскреції цього вітаміну в різні пори року.

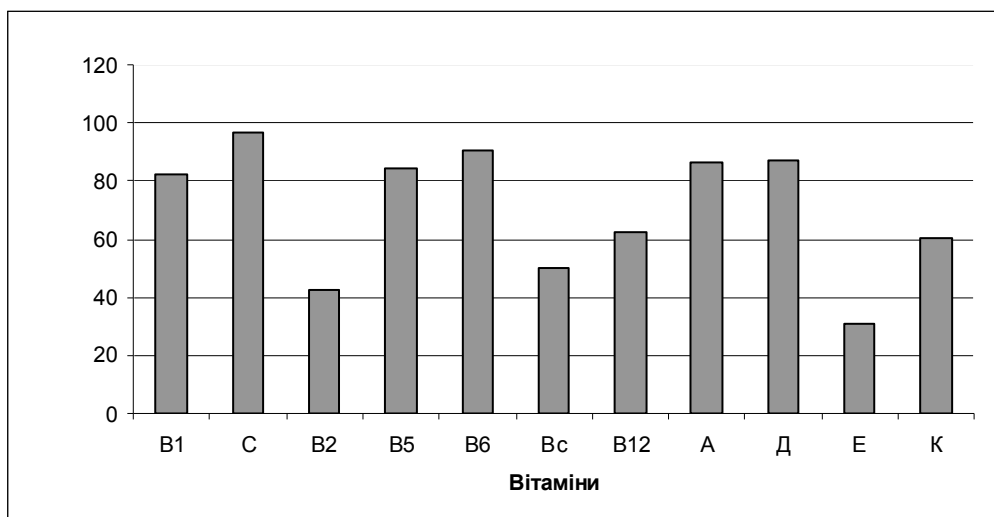


Рис. 1. Відсоток обстежених з ознаками дефіциту вітамінів

Дані, стосовно погодинної уринарної екскреції вітаміну С, представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Рівень погодинної уринарної екскреції вітаміну С з сечею в осінньо-зимовий і зимово-весняний період, (мг/год)

Статистичні показники	Контроль	Осінньо-зимовий період	Зимово-весняний період
$M \pm m$	$0,80 \pm 0,08$	$0,52 \pm 0,047$	$0,41 \pm 0,071$
σ		0,13	0,21
p		<0,05	>0,05
%	100	65,0	51,2

З отриманих даних видно, що рівень уринарної погодинної екскреції вітаміну С в осінньо-зимовий період у студентів складав $0,52 \pm 0,047$ мг/год ($p < 0,05$). Відмінність статистично достовірна по першому порозу ймовірності безпомилкових прогнозів. Рівень уринарної екскреції вітаміну С у зимово-весняний період дещо нижчий, відповідно, знаходився в межах $0,41 \pm 0,071$ мг/год ($p < 0,05$). Практично, статистично достовірної різниці у забезпеченні вітаміном С в осінньо-зимовий і зимово-весняний період не спостерігалось ($p > 0,05$). Отже, дефіцит вітаміну С у студентів спостерігався незалежно від пори року про що свідчать і літературні дані [7:32].

Дещо нижчий рівень уринарної екскреції вітаміну С, який мав місце у зимово-весняний період, очевидно, зумовлений зниженням його вмісту в продуктах харчування при їх тривалому зберіганні внаслідок часткового незворотнього окиснення до дегідроаскорбінової кислоти і далі – до дикетогулонової, щавлевої і треонової – сполук, які не мають вітамінних властивостей. Тобто, у студентів мають місце, переважно, екзогенні гіповітамінози, які можуть реалізуватися у вигляді сезонних депресивних синдромів і супроводжуватися слабкістю, швидкою втомлюваністю, дратівливістю, зниженням захисних регуляторних механізмів, схильністю до розвитку захворювань.

Причиною екзогенних С-авітамінозів у обстежуваних нами осіб може бути також незбалансоване харчування, відсутність в раціоні достатньої кількості свіжих овочів і фруктів. Важливим показником забезпечення організму вітаміном С є також проби з навантаженням, які дають уяву про насиченість тканин і рідин організму вітаміном С та забезпечення ним протягом тривалого часу, тобто, свідчать про наявність чи

відсутність його дефіциту, на відміну від уринарної екскреції без навантаження, яка дає уяву про забезпечення вітаміном С лише на даний час.

Дані, стосовно погодинної уринарної екскреції вітаміну С до та після одноразового навантаження ним, представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Погодинна уринарна екскреція вітаміну С при проведенні проби з навантаженням, (мг/год)

Статистичні показники	Контроль	Екскреція вітаміну С з сечею, мг/год	
		до навантаження	після навантаження
M±m	0,8±0,06	0,55±0,07	0,42±0,16
σ		0,2	0,48
p			<0,05
%	100	68,7	52,5

З даних таблиці видно, що до навантаження рівень погодинної уринарної екскреції вітаміну С складав 0,55±0,07 мг/год, а після навантаження, відповідно, 0,42±0,16 мг/год. Тобто, спостерігається статистично достовірне зниження рівня уринарної екскреції вітаміну С, що вказує на наявність С-авітамінозного стану ($p < 0,05$). Зниження рівня уринарної екскреції вітаміну С, за цих умов, зумовлене насичення ним тканин організму на фоні С-гіповітамінозного стану.

Для підтвердження дефіциту вітаміну С у обстежених було проведено також визначення кількості петехій, наявність яких є однією з важливих ознак дефіциту вітаміну С та дає уяву про резистентність капілярів, яка суттєво залежить від забезпечення організму вітаміном.

Отримані дані узагальнено на рис. 2.

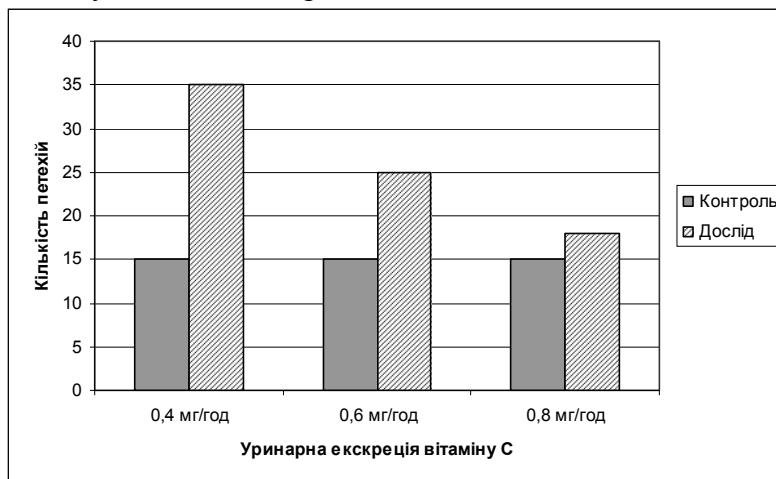


Рис. 2. Залежність між забезпеченням організму вітаміном С та кількістю петехій

Як видно з рисунка 2, існує зворотна залежність між кількістю петехій та забезпеченням організму вітаміном С. Найбільша кількість петехій була виявлена у осіб з недостатнім рівнем уринарної екскреції вітаміну С – 0,4±0,05 мг/год, що вказує на його дефіцит в організмі. У обстежених з достатнім забезпеченням організму вітаміном С – 0,8±0,09 мг/год, кількість петехій була мінімальна. Таким чином, можна вважати, що петехіальна проба може надавати цінну інформацію про забезпечення організму вітаміном С, що забезпечить вчасну профілактику його дефіциту.

Вцілому, отримані дані засвідчують, що більше ніж у 64% обстежених, кількість патехій перевищує фізіологічну норму, що свідчить про наявність С-гіповітамінозного

стану, а у 16% спостерігався максимальний рівень патехій, що вказує на різко виражений С-автаміноз. Тобто, більше ніж у 80% студентів, виявлено дефіцит вітаміну С різної вираженості, що узгоджується з даними, отриманими іншими методами. У 15-20% обстежених студентів ознаки С-авітамінозу були практично відсутні.

Висновки

1. Отримані результати засвідчують, що для ідентифікації вітамінодефіцитних станів можуть бути використані як біохімічні критерії, так і візуальне обстеження, специфічні тести та функціональні проби.

2. У більшості частини обстежених студентів виявлено дефіцит окремих жиророзчинних вітамінів різної вираженості, яка часто перевищувала 50%.

3. Незалежно від пори року, у значній частини студентів мала місце нестача в організмі вітаміну С.

Література

1. Андрейчин М.А. Рациональная витаминпрофилактика и витаминотерапия / М.А. Андрейчин, Ю.Г. Антипкин и др. Под ред. Г.В. Донченко, А.П. Викторова, О.В. Курченко. М.: 2008. – 408 с.
2. Клиническая фармакология / под ред. В.Г. Кукеса. – М.: 2004. – 944 с.
3. Коденцова В.М. Пищевые продукты обогащенные витаминами и минеральными веществами, их роль в обеспечении организма микронутриентами / В.А. Коденцова, О.А. Враженская // Вопросы питания. – 2008. – Т.77. – № 4. – С. 16-25.
4. Макаричов А.Ф. Тиаминпирофосфат индикатор клеточного стресса, 2006. – 110 с.
5. Кузьмис А. Э. Влияние структуры межклеточного матрикса на индукцию синтеза коллагена в соединительной ткани под действием механического напряжения / А.Э. Кузьмис, О.Б. Гарбузенко // Укр. биох. журнал. – 2002. – Т.74. – № 4а. – С. 52.
6. Протасова З.С. Дослідження внутріклітинного розподілу тіаміну в нервових закінченнях мозку тварин // Укр. біох. журнал. – 2002. – Т.74. – № 4а. – С. 75.
7. Спиричев В.Б. – Теоретические и практические аспекты современной витаминологии / В.Б. Спиричев // Укр. биох. журнал. – 2004. – №4. – С. 32-53.
8. Спиричев В.Б. Методы оценки витаминной обеспеченности населения. Учебно-методическое пособие / В.Б. Спиричев, В.А. Коденцова, О.А. Вржесинская. М.: 2001. – 68 с.
9. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Познякова. 2004. – 548 с.
10. Тутельян В.А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. – 2009. – Т.78. – № 1. – С. 5-15.
11. Враженская О.А. Оценка обеспеченности пациентов с ожирением и сердечно-сосудистыми заболеваниями витаминами С, В2 и А: сопоставление данных о поступлении витаминов с пищей и уровнем их в крови / О.А. Враженская, В.М. Коценцов, Н.А. Оглобин // Вопросы питания. – 2008. – Т.77. – №4. С. 46-51.
12. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В.С. Камышников. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 920 с.
13. Биохимические методы исследования в клинике / Под ред. А.А. Покровского (справочник). – М.: Медицина. – 1969. – 651 с.
14. Манжеточная проба Румпеля — Леде — Кончаловского [Электронный ресурс]: Методы исследования тромбоцитарного гемостаза. – Режим доступа: <http://hemostas.ru/society/publications/m7.shtml>

Аннотация. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.А. Отдельные биохимические показатели, специфические критерии, тесты и функциональные пробы в идентификации витаминдефицитных состояний. В работе рассматривается возможность использования отдельных биохимических показателей, тестов и функциональных проб в идентификации витаминдефицитных состояний и оценке витаминного баланса организма. Установлено, что качественное и количественное определение витаминов и их метаболитов, а также уровень их уринарной экскреции, может предоставить ценную информацию о состоянии витаминного баланса в организме. Это важно, учитывая биологические функции витаминов, и значительное

распространение заболеваний в этиологии и патогенезе которых прослеживается дефицит этих алиментарных факторов экзогенного происхождения.

Ключевые слова: *витаминодефицитные состояния, функциональные пробы, тесты, биохимические критерии.*

Summary. *Boyechko F.F., Boyechko L.A. Some biochemical parameters specific criteria, tests and functional tests to identify vitaminodefitsytnyh states. In this paper, it appears the use of certain biochemical parameters, tests and functional tests in the identification and evaluation of states vitaminodefitsytnyh vitamins body balance. Established that the qualitative and quantitative determination of vitamins and their metabolites, as well as their level of urynarnoyi excretion may provide valuable information about vitamin balance. This is important in view of the biological functions of vitamins and widespread diseases in the etiology and pathogenesis of which is evident deficiency of nutritional factors exogenous origin.*

Key words: *vitaminodefitsytni conditions, functional tests, tests, and biochemical criteria.*

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією	16.01.2014
Прийнято до публікації	14.03.2014

МОРФОМЕТРИЧНІ ТА БІОМЕХАНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СКЕЛЕТУ КІНЦІВОК ДЕЯКИХ НАЗЕМНИХ ХРЕБЕТНИХ З РІЗНИМ ТИПОМ ЛОКОМОЦІЇ І ОРІЄНТАЦІЇ КІНЦІВОК

Досліджено деякі особливості відносних змін структурно-біомеханічних властивостей скелетних елементів стилоподію і зейгоподію кінцівок плазунів і ссавців. Визначено наступні морфометричні і структурно-біомеханічні параметри кісток: маса кістки; лінійні лінейные розміри кістки – довжина, фронтальний і сагітальний діаметри діафізу; параметри геометрії перерізу діафізу: площа компакти, моменти інерції (головні і полярний), радіуси інерції. Встановлено, що вказані параметри кісток стилоподію і зейгоподію мають різний характер алометричних залежностей від маси тіла. В усіх випадках відмічено позитивну алометрію маси кістки та ізометрію довжини кістки до маси тіла. Більшість параметрів елементів стилоподію плазунів і елементів зейгоподію ссавців мають позитивну алометрію до маси тіла. Це свідчить про різний характер механічних навантажень на окремі елементи скелету кінцівок у представників різних класів, що пов'язано з відмінною орієнтацією кінцівок (сегментальна у плазунів, пара сагітальна у ссавців).

Ключові слова: плазуни, ссавці, скелет кінцівок, орієнтація кінцівок, структурно-біомеханічні параметри, алометрія.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Представники класів плазунів і ссавців характеризуються різною орієнтацією кінцівок відносно тіла (сегментальна у плазунів, парасагітальна у ссавців), а звідси й особливостями локомоції. Орієнтація кінцівок впливає на характер структурно-біомеханічних особливостей довгих кісток кінцівок в межах різних класів, зумовлених різним розподілом механічних навантажень на різні ланки скелету кінцівок.

У плазунів при сегментальній орієнтації кінцівок елементи скелету стилоподію підлягають переважно навантаженням на кручення у зв'язку зі значною осьовою ротацією кінцівки під час локомоції. У ссавців з прямою постановкою кінцівок в елементах стилоподію переважають навантаження на згин [8]. Хоча у примітивних їх представників (однопрохідні, деякі сумчасті) у зв'язку з особливою постановкою кінцівок (проміжна між сегментальною і парасагітальною) тут присутні також значні навантаження на кручення, подібні до таких у рептилій [9].

Ті чи інші навантаження на кістку найбільш адекватно визначаються величинами і взаємовідношеннями параметрів поперечного перерізу діалізу кістки.

Алометричні залежності параметрів кісток від маси тіла можуть бути описані за допомогою двох альтернативних моделей [4]. Згідно моделі геометричної подібності параметри змінюються ізометрично до маси тіла. Вона прийнятна для розгляду відносних змін лінійних розмірів [4, 7, 10, 13, 14]. Згідно моделі пружної подібності параметри змінюються неізометрично і залежать від пружних властивостей кістки, що більш характерно для параметрів геометрії поперечного перерізу [6, 14]. Але в багатьох випадках важко визначити мінливість параметрів у відповідності лише до однієї з цих моделей [2].

Мета статті – виявити масштаб мінливості структурно-біомеханічних параметрів довгих кісток кінцівок плазунів і ссавців, а також спроба визначення загальних закономірностей цих змін у тетрапод.

Методика

Досліджено довгі кістки кінцівок 9 видів рептилій і 23 видів ссавців: плечова (humerus), променева (radius), ліктьова (ulna), стегнова (femur) і великогомілкова (tibia) (табл. 1).

Таблиця 1

Список досліджених видів

Вид	n	Досліджені елементи	Вид	n	Досліджені елементи
Шипохвоста агама (<i>Uromastix sp.</i>)	1	H, R, U, F, T	Байбак (<i>Marmota bobak</i>)	1	H, R, U, F, T
Бородата агама (<i>Pogona vitticeps</i>)	2	H, R, U, F, T	Бобер (<i>Castor fiber</i>)	1	H, R, U, F, T
Звичайна ігуана (<i>Iguana iguana</i>)	1	H, R, U, F, T	Нутрія (<i>Myocastor coypus</i>)	2	H, R, U, F, T
Єменський хамелеон (<i>Chamaeleo calytratus</i>)	1	H, R, U, F, T	Борсук (<i>Meles meles</i>)	2	H, R, U, F, T
Леопардовий хамелеон (<i>Furcifer pardalis</i>)	1	H, R, U, F, T	Бурій ведмідь (<i>Ursus arctos</i>)	3	H, R, U, F, T
Плямистий еублефар (<i>Eublepharis macularis</i>)	1	H, R, U, F, T	Гімалайський ведмідь (<i>Ursus thibetanus</i>)	1	H, R, U, F, T
Прудка ящірка (<i>Lacerta agilis</i>)	10	H, R, U, F, T	Кіт домашній (<i>Felis catus</i>)	2	H, R, U, F, T
Зелена ящірка (<i>Lacerta viridis</i>)	1	H, R, U, F, T	Гуанако (<i>Lama guanicoe</i>)	1	H, R, F, T
Сірий варан (<i>Varanus griseus</i>)	4	H, R, U, F, T	Лама (<i>Lama glama</i>)	1	H, R, F, T
Єхидна (<i>Tachyglossus aculeatus</i>)	1	H, R, U, F, T	Благородний олень (<i>Cervus elaphus elaphus</i>)	1	H, R, F, T
Опосум (<i>Didelphis virginiana</i>)	1	H, R, U, F, T	Ізюбр (<i>C. e. xanthopygus</i>)	1	H, R, F, T
Гірський кенгуру (<i>Macropus robustus</i>)	1	H, R, U, F, T	Плямистий олень (<i>Cervus nippon</i>)	1	H, R, F, T
Їжак (<i>Erinaceus concolor</i>)	1	H, R, U, F, T	Лань (<i>Cervus dama</i>)	1	H, R, F, T
Звичайна бурозубка (<i>Sorex araneus</i>)	10	H, R, U, F, T	Голубий гну (<i>Connochaetes taurinus</i>)	1	H, R, F, T
Павіан гамадріл (<i>Papio hamadryas</i>)	1	H, R, U, F, T	Нільгау (<i>Boselaphus tragocamelus</i>)	1	H, R, F, T
Макак резус (<i>Macaca mulatta</i>)	1	H, R, U, F, T	Канна (<i>Taurotragus oryx</i>)	1	H, R, F, T
Заєць русак (<i>Lepus europaeus</i>)	1	H, R, F, T			

Примітка: H – плечова кістка, R – променева кістка, U – ліктьова кістка, F – стегнова кістка, T – великогомілкова кістка.

Визначено морфометричні і структурно-біомеханічні параметри кісток: маса (m, г); лінійні розміри – довжина (l, мм), фронтальний (d_f , мм) і сагітальний (d_s , мм) діаметри; параметри геометрії поперечного перерізу – площа компакти (S_k , мм²), головні (I_{max} , I_{min} , мм⁴) і полярний (J, мм⁴) моменти інерції, радіуси інерції (i_{max} , i_{min} , мм). Основні параметри геометрії перерізу є показниками опору кістки до тих чи інших

навантажень: на стискання і розтяг (площа компакти), згин (головні моменти інерції), кручення (полярний момент інерції) [1, 15]. Для визначення вказаних механічних параметрів було використано спеціальну методику. Зображення перерізу наносилося на координатну сітку, де визначалися координати окремих точок на зовнішньому і внутрішньому контурах перерізу. Отримані координати оброблялися за допомогою спеціальної комп'ютерної програми [4] з отриманням величин параметрів геометрії перерізу.

Для визначення коефіцієнтів алометричного росту параметрів кістки відносно маси тіла використано алометричний метод, який виражає зміни параметрів відносно певної незалежної змінної (в даному випадку маси тіла). Для цього використано рівняння нелінійної регресії: $y = ax^b$, де x – незалежна змінна (маса тіла), y – показник окремого параметра, a – константа початкового росту, b – алометрична константа [4, 5, 11, 13]. Відповідно до загальноприйнятих теоретичних розрахунків при ізометрії параметрів до маси тіла їх алометрична константа буде складати: для маси кісток – 1, лінійних параметрів – 0,33, площі перерізу – 0,67, моментів інерції – 1,33. Якщо відповідні алометричні константи більші за вказані величини, це свідчить про позитивну алометрію ознаки відносно маси тіла, якщо менші – про негативну алометрію. Розрахунки показників нелінійної регресії проведено за допомогою програми SigmaPlot 11.0.

Результати та їх обговорення

Плазуни. Для параметрів кісток кінцівок рептилій встановлено наступні показники їх кореляції з масою тіла. Високий рівень кореляції з масою тіла має більшість параметрів усіх досліджених кісток: лінійні розміри, площа компакти і радіуси інерції ($r > 0,7$; табл. 2). Кореляція з масою тіла моментів інерції різних кісток має деякі відмінності. У ліктьовій і великогомілкової кістках (0,639-0,742) вона більша, ніж в ліктьовій і кістках стилоподію (0,468-0,605). Кореляція з масою тіла маси елементів скелету тазової кінцівки (0,689-0,707) більш висока порівняно з такою для елементів грудної кінцівки (0,39-0,467).

При дослідженні алометричних залежностей параметрів кісток від маси тіла у рептилій виявлено деякі характерні особливості. Судячи з показників алометричної константи b , маса досліджених кісток рептилій має позитивну алометрію відносно маси тіла (1,085-1,315; табл. 2). Зміни лінійних розмірів кісток кінцівок відносно маси тіла також мають загальні тенденції для всіх кісток: ізометрія довжини кістки (0,32-0,345), позитивна алометрія діаметрів діафізу (0,341-0,411). Серед останніх параметрів виключення складає сагітальний діаметр ліктьової кістки, для якого спостерігається невелика негативна алометрія (0,311). Для параметрів геометрії поперечного перерізу елементів стилоподію і зейгоподію відмічено різний характер залежностей. Вказані параметри кісток стилоподію мають позитивне алометричне зростання відносно маси тіла (площа компакти – 0,704-0,711; моменти інерції – 1,55-1,583; радіуси інерції – 0,358-0,378). У той же час в кістках зейгоподію спостерігається переважно ізометрія даних параметрів з масою тіла (площа компакти – 0,64-0,682; моменти інерції – 1,315-1,403; радіуси інерції – 0,301-0,352).

Позитивна алометрія маси кістки і діаметрів діалізу (фронтального і сагітального) відносно маси тіла свідчить про те, що на підвищення навантажень на скелет кінцівок кістки реагують збільшенням кількості компактно-кісткової речовини. Ізометрія довжини кожної з досліджених кісток до маси тіла свідчить про пропорційні зміни розмірів елементів кінцівок відносно маси тіла, а також вказує на їх консервативність у плазунів.

Таблиця 2

Алометричні залежності параметрів кісток кінцівок від маси тіла у плазунів

	a	b	S_b	r		a	b	S_b	r
<i>Humerus</i>					<i>Radius</i>				
m	0,771	1,198	0,172	0,467	m	0,111	1,232	0,196	0,39
l	46,62	0,32	0,039	0,915	l	34,08	0,335	0,052	0,865
d _f	4,053	0,358	0,028	0,958	d _f	2,039	0,381	0,055	0,867
d _s	4,106	0,386	0,025	0,97	d _s	1,93	0,366	0,045	0,904
S _k	6,55	0,704	0,084	0,82	S _k	2,419	0,676	0,079	0,824
I _{max}	8,42	1,55	0,151	0,597	I _{max}	0,516	1,392	0,183	0,468
I _{min}	5,789	1,583	0,166	0,544	I _{min}	0,371	1,346	0,166	0,548
J	14,24	1,564	0,157	0,573	J	0,888	1,371	0,175	0,503
i _{max}	1,198	0,358	0,038	0,925	i _{max}	0,589	0,313	0,051	0,859
i _{min}	1,016	0,366	0,05	0,878	i _{min}	0,495	0,323	0,052	0,858
<i>Ulna</i>					<i>Femur</i>				
m	0,321	1,315	0,173	0,484	m	1,201	1,101	0,119	0,707
l	36,82	0,345	0,054	0,865	l	55,47	0,328	0,037	0,925
d _f	2,277	0,411	0,06	0,862	d _f	4,065	0,341	0,03	0,951
d _s	2,195	0,311	0,046	0,882	d _s	4,951	0,386	0,027	0,965
S _k	3,158	0,682	0,064	0,883	S _k	8,058	0,711	0,078	0,839
I _{max}	1,641	1,4	0,118	0,733	I _{max}	14,13	1,571	0,151	0,605
I _{min}	0,614	1,375	0,142	0,649	I _{min}	7,655	1,564	0,178	0,481
J	2,254	1,391	0,128	0,697	J	21,84	1,569	0,162	0,553
i _{max}	0,795	0,339	0,033	0,941	i _{max}	1,443	0,378	0,038	0,928
i _{min}	0,5	0,301	0,047	0,873	i _{min}	1,139	0,359	0,051	0,87
<i>Tibia</i>									
m	0,535	1,085	0,123	0,689	I _{max}	1,005	1,34	0,09	0,832
l	42,67	0,337	0,039	0,92	I _{min}	0,428	1,279	0,112	0,762
d _f	3,387	0,356	0,04	0,921	J	1,461	1,312	0,092	0,826
d _s	3,467	0,379	0,032	0,951	i _{max}	0,671	0,338	0,032	0,946
S _k	4,566	0,64	0,059	0,89	i _{min}	0,461	0,316	0,037	0,918

Примітка. Тут і в таблиці 3: *a* – константа початкового росту; *b* – алометрична константа; *S_b* – похибка алометричної константи; *r* – коефіцієнт кореляції.

Позитивну алометрію параметрів геометрії перерізу діяфізу кісток стилоподію можна вважати підтвердженням припущення про провідну роль стилоподію в кінематиці кінцівки і підтриманні положення тіла, оскільки на них діють максимальні механічні навантаження. Тому при певних видоспецифічних змінах будови кінцівки внаслідок морфо-функціональних пристосувань до того чи іншого типу локомоції у рептилій, на наш погляд, найбільш мінливим є саме стилоподій. У той же час ізометрія вказаних параметрів скелету зейгоподіальної ланки з масою тіла у плазунів може вказувати на постійність відносних змін параметрів даних кісток і можливу відсутність адаптивних спеціалізацій зейгоподію, які проявляються на цьому рівні. Одним з небагатьох виключень серед досліджених нами рептилій є хамелеони, у яких відносно подовжений зейгоподій. Це пояснюється специфічною орієнтацією кінцівок хамелеонів, близькою до парасагітальної.

Виходячи з наших даних, у рептилій (в даному випадку, у ящірок) спостерігається мінливість довжини кістки згідно моделі геометричної подібності (ізометрія), а діаметрів діяфізу – згідно моделі пружної подібності. Сукупна мінливість параметрів

геометрії усіх досліджених кісток плазунів може бути описана за допомогою обох моделей. З одного боку, відмічена значна позитивна алометрия у кістках стилоподію (модель пружної подібності), з іншого боку, переважає ізометрична залежність у кістках зейгоподію (модель геометричної подібності). Таким чином, загальні закономірності змін параметрів для різних кісток у ящірок відрізняються від тих, які можна спостерігати, наприклад, у ссавців. Це, імовірно, викликано тим, що потенційні можливості для змін характеру локомоції у рептилій обмежуються сегментальною орієнтацією кінцівок. Тому головні зміни відображаються на параметрах діафізу кісток стилоподію, які підлягають найбільшій кількості механічних навантажень.

Ссавці. усі параметри кісток кінцівок досліджених видів ссавців мають високий рівень кореляції з масою тіла ($r > 0,7$). Виключення складають моменти інерції перерізу ліктьової кістки (0,574-0,614; табл. 3).

Таблиця 3

Алометричні залежності параметрів кісток кінцівок від маси тіла у ссавців

	a	b	S _b	r		a	b	S _b	r
<i>Humerus</i>					<i>Radius</i>				
m	1,099	1,131	0,042	0,882	m	0,409	1,143	0,059	0,833
l	43,01	0,341	0,015	0,977	l	43,44	0,357	0,014	0,981
d _f	4,334	0,341	0,018	0,972	d _f	2,863	0,411	0,028	0,949
d _s	5,136	0,359	0,016	0,977	d _s	2,212	0,405	0,023	0,954
S _k	9,153	0,688	0,034	0,921	S _k	3,589	0,796	0,042	0,887
I _{max}	16,99	1,373	0,057	0,808	I _{max}	1,122	1,518	0,099	0,531
I _{min}	9,151	1,383	0,065	0,797	I _{min}	0,646	1,564	0,09	0,631
J	26,98	1,375	0,058	0,809	J	1,778	1,533	0,097	0,553
i _{max}	1,553	0,353	0,015	0,981	i _{max}	0,829	0,429	0,024	0,962
i _{min}	1,138	0,369	0,019	0,974	i _{min}	0,575	0,415	0,018	0,974
<i>Ulna</i>					<i>Femur</i>				
m	0,487	1,074	0,069	0,793	m	1,365	1,171	0,035	0,908
l	41,27	0,353	0,031	0,954	l	50,54	0,356	0,014	0,982
d _f	2,567	0,322	0,03	0,953	d _f	4,888	0,339	0,02	0,964
d _s	3,395	0,362	0,033	0,939	d _s	4,315	0,371	0,014	0,983
S _k	4,033	0,674	0,058	0,85	S _k	8,571	0,708	0,035	0,906
I _{max}	1,748	1,334	0,099	0,614	I _{max}	13,56	1,391	0,069	0,73
I _{min}	0,798	1,201	0,102	0,574	I _{min}	8,393	1,43	0,069	0,757
J	2,627	1,291	0,1	0,602	J	21,59	1,399	0,069	0,74
i _{max}	0,929	0,353	0,035	0,935	i _{max}	1,498	0,353	0,021	0,964
i _{min}	0,655	0,31	0,032	0,945	i _{min}	1,193	0,367	0,015	0,981
<i>Tibia</i>									
m	1,303	1,113	0,036	0,914	I _{max}	6,269	1,598	0,069	0,812
l	58,51	0,325	0,016	0,897	I _{min}	3,822	1,606	0,072	0,815
d _f	3,621	0,392	0,018	0,974	J	10,11	1,604	0,07	0,814
d _s	4,031	0,359	0,016	0,974	i _{max}	1,195	0,387	0,016	0,979
S _k	7,772	0,756	0,031	0,936	i _{min}	0,954	0,383	0,016	0,98

Маса кісток ($b=1,074-1,171$ – позитивна алометрия) і їх довжина ($b=0,325-0,357$ – ізометрія) у ссавців мають такі ж тенденції змін, як і у плазунів. Алометричні залежності інших розглянутих параметрів у ссавців мають значення зворотні до таких у рептилій. Тобто спостерігається переважно ізометрія до маси тіла більшості параметрів елементів стилоподію, а також ліктьової кістки (діаметри діафізу – 0,322-0,359; площа

компакти – 0,674-0,708; моменти інерції – 1,201-1,43; радіуси інерції – 0,31-0,369), і позитивна алометрія параметрів основних елементів зейгоподію – променевої і великогомілкової кісток (діаметри діафізу – 0,359-0,411; площа компакти – 0,756-0,796; моменти інерції – 1,518-1,606; радіуси інерції – 0,383-0,429) (табл. 3).

За даними деяких авторів у ссавців спостерігається переважно негативна алометрія довжин і діаметрів кісток і виражена позитивна алометрія площі перерізів і моментів інерції [2-4]. Однак це не повністю підтверджується нашими даними.

Згідно наших даних у ссавців параметри кісток стилоподію змінюються ізометрично відносно маси тіла. Що стосується кісток зейгоподію (променевої і великогомілкової кістки), які у ссавців піддаються основним механічним навантаженням, то їх структурно-біомеханічні параметри мають досить високу позитивну алометрію до маси тіла. При порівнянні елементів зейгоподію грудної кінцівки у ліктьовій кістці відмічено ізометрію досліджених параметрів до маси тіла (на відміну від променевої). Причому алометрична константа полярного моменту інерції перерізу ліктьової кістки свідчить навіть про невелику негативну алометрію. Тобто при зростанні маси тіла у ссавців навантаження на кручення у ліктьовій кістці зростають менш інтенсивно. В цілому зміни параметрів кісток стилоподію можна описати за допомогою моделі пружної подібності. Таким чином, у зв'язку з парасагітальною орієнтацією кінцівок, у ссавців кістки стилоподію проявляють відносно постійні властивості механічної стійкості при зростанні маси тіла. А основні несучі компоненти зейгоподію (променевої і великогомілкової кістки) збільшують свої характеристики міцності більш інтенсивно (в тому числі й за рахунок відносного збільшення кількості кісткової речовини – позитивна алометрія діаметрів діафізу і площі компакти). Як відомо, у ссавців мінливість окремих елементів скелету кінцівок збільшується у напрямку від проксимального до дистального. Тому можна припустити, що у них механічна функція скелетних елементів зейгоподію є більш суттєвою, ніж у елементів стилоподію.

Алометричні залежності у межах класу ссавців відображають усереднені зміни параметрів кісток кінцівок, тобто демонструють їх загальні закономірності. Певні локомоторні спеціалізації можуть викликати досить значні відхилення від загального тренду відносних змін показників. Однак наявність у досліджених вибірці представників видів ссавців з адаптаціями протилежного характеру підтверджує загальну закономірність змін параметрів. А похибка загальної алометричної константи для певного параметру вказує на розмах певних відхилень.

Загальні закономірності мінливості параметрів у плазунів і ссавців. Стосовно закономірностей змін лінійних параметрів наші висновки узгоджуються з висновками Р. Блоба [8]: довжина кісток плазунів відносно менша, ніж у ссавців, а діаметри кісток ящірок мають такі ж алометричні залежності, як і у ссавців. Також слід додати, що зв'язок лінійних розмірів (довжина, діаметри кісток) з руйнуючим навантаженням є дещо меншою порівняно з параметрами перерізу кістки [12].

В цілому для тетрапод характерні наступні особливості відносного зростання морфометричних і структурно-біомеханічних параметрів елементів скелету кінцівок. Маса кістки завжди має позитивну алометрію до маси тіла. Довжина кістки завжди є ізометричною до маси кістки. В елементах скелету кінцівок, які підлягають найбільшій механічній навантаженню, спостерігається позитивний алометричний ріст діаметрів діафізу і параметрів геометрії перерізу діафізу. Таким чином, при зростанні маси тіла структурно-біомеханічні параметри зростають відносно більш інтенсивно для забезпечення необхідного запасу міцності кістки. Ліктьова кістка – єдиний елемент, для якого не відмічено подібної закономірності ні у плазунів, ні у ссавців. Її механічна функція, імовірно, зменшується при зростанні маси тіла. Добрим

прикладом цього є грудна кінцівка копитних, де променева кістка є значно більш розвинутою. Хоча у цьому дослідженні дані по ліктьовій кістці копитних не враховуються, але й без них можна говорити про подібну тенденцію для всіх тварин в цілому. Якщо порівнювати загальні тенденції відносних змін морфометричних і структурно-біомеханічних параметрів скелету різних ланок кінцівки у плазунів і ссавців, то можна говорити про відносне потовщення кісток зейгоподію і збільшення їх механічної функції у тетрапод в цілому (враховуючи також такі чинники, як орієнтація кінцівок і збільшення маси тіла).

Висновки

1. Структурно-біомеханічні параметри елементів скелету різних ланок кінцівки (стилоподію і зейгоподію) у плазунів і ссавців мають різний характер аллометричних залежностей від маси тіла. Так досить високий рівень позитивної аллометрії цих параметрів в кістках стилоподію у плазунів і зейгоподію у ссавців (при ізометрії з масою тіла параметрів інших кісток). Це, імовірно, пов'язано з різним характером розподілу механічних навантажень по ланкам кінцівки у представників різних класів у зв'язку з різною орієнтацією кінцівок. Сегментальна орієнтація кінцівок передбачає більш інтенсивні навантаження на елементи стилоподію, а парасагітальна – на елементи зейгоподію. Відповідно, характеристики міцності цих елементів мають більш інтенсивний відносний ріст кількісних параметрів при збільшенні маси тіла.

2. У тетрапод в цілому відмічається загальна тенденція до відносного зростання структурно-біомеханічних параметрів елементів скелету зейгоподію при збільшенні маси тіла.

3. Судячи з аллометричних залежностей параметрів кісток зейгоподію грудної кінцівки, у тетрапод зі зростанням маси тіла спостерігається підвищення механічної функції променевої кістки поряд з її зниженням для ліктьової кістки.

Література

1. Богданович И. А. Особенности формы поперечных сечений длинных костей конечности у птиц / И.А. Богданович, В.И. Клыков // *Vestnik zoologii*. – 2011. – Т. 45. – №3. – С. 283-288.
2. Клыков В. И. Скелет конечностей некоторых хищных млекопитающих (морфология, пропорции, аллометрия) / В. И. Клыков, К. С. Мусабеков // *Материалы по функциональной морфологии скелета конечностей представителей хищных и копытных млекопитающих*. – К.: Институт зоологии АН Украины, 1993. – С. 3-26.
3. Клыков В. И. Некоторые морфо-биомеханические аспекты адаптации скелета конечностей копытных (*Ungulata*) / В. И. Клыков, К. П. Мельник, В. А. Клыкова // *Материалы по функциональной морфологии скелета конечностей представителей хищных и копытных млекопитающих*. – К.: Институт зоологии АН Украины, 1993. – С. 26-50.
4. Мельник К. П. Локомоторный аппарат млекопитающих. Вопросы морфологии и биомеханики скелета / К. П. Мельник, В. И. Клыков. – К.: Наукова думка, 1991. – 208 с.
5. Шмидт-Нильсен К. Размеры животных: почему они так важны?: Пер. с англ. / К. Шмидт-Нильсен. – М.: Мир, 1987. – 259 с.
6. Alexander R. McN. Allometry of the limbs of antelopes (*Bovidae*) / R. McN. Alexander // *J. Zool., Lond.* – 1977. – Vol. 183. – P. 125-146.
7. Alexander R. McN. Allometry of the limb bones of mammals from shrews (*Sorex*) to elephant (*Loxodonta*) / R. McN. Alexander, A.S. Jayes, G. M. O. Maloiy, E. M. Wathuta // *J. Zool., Lond.* – 1979. – Vol. 189. – P. 305-314.
8. Blob R. W. Interspecific scaling of the hindlimb skeleton in lizards, crocodilians, felids and canids: does limb bone shape correlate with limb posture? / R. W. Blob // *Journal of Zoology, London*. – 2000. – Vol. 250. – P. 507-531.
9. Butcher M. T. In vivo strains in the femur of the Virginia opossum (*Didelphis virginiana*) during terrestrial locomotion: testing hypotheses of evolutionary shifts in mammalian bone loading and design / M. T. Butcher, B. J. White, N. B. Hudzik, W. C. Gosnell, J. H. A. Parrish, R. W. Blob // *The Journal of Experimental Biology*. – 2011. – Vol. 214. – P. 2631-2640.

10. Cubo J. The variation of the cross-sectional shape in the long bones of birds and mammals / J. Cubo, A. Casinos // Annales des Sciences Naturelles. – 1998. – Vol. 36, N 1. – P. 51-62.
11. Gould S. J. Allometry and size in ontogeny and phylogeny / S. J. Gould // Biol. Rev. Cambridge Phill. Soc. – 1966. – Vol. 41, N 4. – P. 587-640.
12. Jurist J. M. Human ulnar bending stiffness, mineral content, geometry and strength / J. M. Jurist, A. S. Foltz // J. Biomechanics. – 1977. – Vol. 10. – P. 455-459.
13. McMahon T. A. Size and shape in biology / T. A. McMahon // Science. – 1973. – Vol. 179. – P. 1201-1204.
14. McMahon T. A. Allometry and biomechanics: limb bones and adult ungulates / T. A. McMahon // Amer. Natur. – 1975. – Vol. 9. – P. 547-563.
15. Simons E. L. R. Cross sectional geometry of the forelimb skeleton and flight mode in Pelecaniform birds / E. L. R. Simons, T. L. Hieronymus, P. M. O'Connor // Journal of Morphology. – 2011. – Vol. 272. – P. 958-971.

Аннотация. Брошко Е. О., Ковтун М. Ф. *Морфометрические и биомеханические особенности организации скелета конечностей некоторых позвоночных с различным типом локомоции и ориентации конечностей.* Исследованы некоторые особенности относительных изменений структурно-биомеханических свойств скелетных элементов стилоподия и зейгоподия конечностей пресмыкающихся и млекопитающих. Определены следующие морфометрические и структурно-биомеханические параметры костей: масса кости; линейные размеры кости – длина, фронтальный и сагиттальный диаметры диафиза; параметры геометрии сечения диафиза: площадь компакты, моменты инерции (главные и полярный), радиусы инерции. Установлено, что указанные параметры костей стилоподия и зейгоподия представителей разных классов имеют различный характер аллометрических зависимостей от массы тела. Во всех случаях отмечена положительная аллометрия массы кости и изометрия длины кости к массе тела. Большинство параметров элементов стилоподия пресмыкающихся и элементов зейгоподия млекопитающих имеют положительную аллометрию к массе тела. Это свидетельствует о различном характере механических нагрузок на отдельные элементы скелета конечностей у представителей разных классов, что связано с различной ориентацией конечностей (сегментальная у пресмыкающихся, парасагиттальная у млекопитающих).

Ключевые слова: пресмыкающиеся, млекопитающие, скелет конечностей, ориентация конечностей, структурно-биомеханические параметры, аллометрия.

Summary. Broshko Y. O., Kovtun M. F. *Morphometric and biomechanical characteristics of the limb skeleton organization of some vertebrates with different locomotion type and limb orientation.* Some features of the relative changes in the structural and biomechanical properties of stylopodium and zeugopodium elements of limbs' skeleton of reptiles and mammals have been investigated. Morphological and functional adaptations of limbs' skeletal elements in representatives of different classes of terrestrial vertebrates are directly related to limbs orientation and features of locomotion type. This leads to the fact that stylopodium bones of reptiles and mammals are subjected to mechanical loads of different character.

The structural and biomechanical parameters of stylopodium and zeugopodium bones of reptiles' and mammals' limbs were investigated. There are bone mass, linear dimensions (length and shaft diameters – frontal and sagittal), parameters of shaft's cross-sectional geometry (cross-sectional area, second and polar moments of inertia, radiuses of inertia). Parameters of cross-sectional geometry allow to establishing a quantitative expression of bone resistance to the loads of certain character: pressure and tension (cross-sectional area), bending (second moments of inertia), torsion (polar moment of inertia).

It has been found that the parameters of stylopodium and zeugopodium bones of representatives of different classes have different character of allometric dependences on body mass. In all cases are noted positive allometry of bone mass and isometry of bone length to body mass. Most parameters of stylopodium elements of reptiles and zeugopodium elements of mammals have positive allometry to body mass. At the same time, the parameters of zeugopodium bones of reptiles and stylopodium bones of mammals are varies isometrically relative to body mass. All this testifies to the different character of the mechanical loads on the individual elements of the limbs' skeleton of representatives of different classes, which is associated with a different orientation of limbs (segmental in reptiles,

parasagittal in mammals). From this, we can make the following conclusions. The main loads are imposed on stylopodium in reptiles and zeugopodium in mammals. There is a general trend of increasing of mechanical load on the zeugopodium skeleton when the vertebrates' body mass are increasing. Also noted increase of the mechanical function of the radius compared with the ulna in vertebrates.

Key words: *reptiles, mammals, limb skeleton, limbs orientation, structural and biomechanical parameters, allometry.*

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України

Одержано редакцією 11.02.2014

Прийнято до публікації 14.03.2014

УДК:598.2 (477.46)

М. Н. Гаврилюк, В. М. Грищенко, О. В. Ілюха,
Є. Д. Яблоновська-Грищенко, М. М. Борисенко

ЗИМІВЛЯ ВОДОПЛАВНИХ І НАВКОЛОВОДНИХ ПТАХІВ У РАЙОНІ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В ЗИМОВІ СЕЗОНІ 2012/2013 ТА 2013/2014 рр.

Представлені результати є продовженням багаторічного моніторингу зимових угруповань водоплавних та навколоводних птахів. Обліки проведені на ключових ділянках Кременчуцького водосховища, де зберігаються ополонки із незамерзлою водою – в районі Канівської та Кременчуцької ГЕС та на очисних спорудах м. Черкаси протягом двох зимових періодів. Загальна чисельність зимуючих птахів становила від 4800 до 6500 особин 25 видів. Протягом зими 2012/2013 рр. було відмічено 19 видів водоплавних та навколоводних птахів, яких можна віднести до складу зимового населення. У 2013/2014 рр. – 18 видів, що пояснюється доволі суворими погодними умовами. Домінантом в угрупованнях птахів на початковому етапі зимівлі є крижень, в умовах тривалих і сильних морозів домінантом стає гоголь. Виявлені рідкісні зимуючі види для Середнього Дніпра: галагаз, крех середній, чернь морська та реготун чорноголовий. Встановлено, що існує більша подібність між орнітофаунами районів Канівської та Кременчуцької ГЕС, ніж між районами ГЕС та очисними спорудами, що пояснюється різними умовами зимівлі. Обговорюється динаміка чисельності та видовий склад зимуючих птахів у залежності від погодних умов.

Ключові слова: водоплавні та навколоводні птахи, орнітофауна, чисельність, зимівля, Кременчуцьке водосховище.

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. Середній Дніпро є одним із важливих місць зимівлі водно-болотних птахів в Україні. Моніторинг видового складу та структури населення зимуючих водоплавних та навколоводних птахів здійснюється нами на ключових ділянках – в районі Канівського природного заповідника – з 1987 р. [9], на очисних спорудах м. Черкаси – з 1995 р. [5]. Дослідження, що охоплюють весь район Кременчуцького водосховища розгорнуті із зими 2006/2007 рр. [2-4, 6, 7].

Мета статті – дослідити видовий склад та структуру населення зимуючих водоплавних та навколоводних птахів на ключових ділянках Кременчуцького водосховища.

Методика

У статті наведені результати обліків водоплавних і навколоводних птахів протягом двох зимових періодів – 2012/2013 та 2013/2014 рр. Всього проведено 14 обліків (7 – взимку 2012/2013 та 7 – взимку 2013/2014 рр.). Проте результати одного з них, за 03.02.2014 р, до таблиці не включені через те, що вони подібні до наступного.

Дослідженнями охоплені незамерзаючі ділянки в районі Кременчуцького водосховища в межах Черкаської, Полтавської та Кіровоградської областей. У залежності від стану льодового покриву обстежували різні райони.

Застосовували маршрутні методи обліків, для визначення птахів використовували біноклі та підзорні труби (30х60, 25-100х100).

Для оцінки подібності угруповань птахів використовували індекс Сьоренсена (C_s) [10].

Відомості про погодні умови були отримані з метеостанції Канівського природного заповідника.

Взимку 2012/2013 рр. морози з нічними температурами нижче -10°C , що почали призводити до формування льодового покриву на Кременчуцькому водосховищі, розпочалися в середині грудня. Середньомісячна температура становила $-4,1^{\circ}\text{C}$. Тому

перша серія обліків була проведена у третій декаді грудня. Січень 2013 р. характеризувався чергуванням морозів і невеликих відлиг, середньомісячна температура становила $-3,3^{\circ}\text{C}$. Середньодобова температура протягом першої декади лютого була плюсовою, що призвело до танення льоду на великих площах, тому зимові обліки у цьому місяці не проводили.

Перша половина зими 2013/2014 рр. була теплою. Середньомісячна температура грудня становила $-0,3^{\circ}\text{C}$. Через нетривалі морози у середині місяця почав формуватися лід на мілководних ділянках водосховища, який невдовзі розтанув. Різке похолодання розпочалося лише наприкінці другої декади січня 2014 р. У короткий термін замерзло водосховище та русло Дніпра. Тому основна серія обліків була проведена в середині третьої декади місяця. Через зміну режиму роботи Канівської ГЕС ополонки біля м. Канева вдень були відсутні протягом усього періоду сильних морозів. Невеликі ділянки відкритої води залишалися лише біля самої греблі електростанції. Тоді як зазвичай під час сильних морозів у цьому місці, завдяки значним коливанням рівня води у нижньому б'єфі, лід постійно ламається і виноситься течією. Такі суворі для водоплавних птахів умови зимівлі були відмічені нами вперше від початку спостережень в районі Канівського заповідника (з 1987 р.). Середньомісячна температура січня 2014 р. становила $-4,0^{\circ}\text{C}$, мінімальна $-22,6^{\circ}\text{C}$. Сильні морози тривали близько двох тижнів, після чого середньодобова температура вже не опускалася нижче 0°C . Середньомісячна температура лютого 2014 р. становила $-0,7^{\circ}\text{C}$.

Результати та їх обговорення

Зима 2012/2013 рр. Облік наприкінці першої декади грудня 2012 р., проведений на акваторії Кременчуцького водосховища в районі Липівського орнітологічного заказника, показав, що склад орнітофауни в цілому залишався подібним до пізньоосіннього періоду (табл. 1). Зимуюче угруповання птахів сформувалося після встановлення льодового покриву на більшій частині акваторії водосховища і русла Дніпра з третьої декади грудня. Під час першого циклу обліків (третьа декада грудня) та другого (середина січня) було відмічено по 17 видів. Загальна кількість птахів між цими двома обліками зросла з близько 4820 ос. до 5840 ос., тобто на 21%, що відбулося за рахунок збільшення чисельності гоголя (*Bucephala clangula*), креха великого (*Mergus merganser*) та мартина сивого (*Larus canus*). Чисельність крижня (*Anas platyrhynchos*) скоротилася, що призвело до зменшення частки участі виду у формуванні населення з 32 до 22%. Якщо в ході першої серії обліків домінував крижень, то в ході другої – гоголь. Дані закономірності – зменшення частки крижня і збільшення гоголя протягом зимового періоду, а особливо при посиленні морозів – були відмічені нами в районі Канівської ГЕС також під час попередніх досліджень [9]. Чисельність орлана-білохвоста зросла з 40 до 51 ос. Причому в районі Канівської ГЕС 1.01.2013 р. спостерігали найбільшу кількість орланів за всі роки спостережень – 31 ос. [8, 9]

Протягом зими 2012/2013 рр. загалом було відмічено 23 види водоплавних та навколоводних птахів. Хоча 4 з них (гагара чорношия (*Gavia arctica*), гуска сіра (*Anser anser*), лебідь-кликун (*Cygnus cygnus*) та лебідь малий (*C. bewickii*)) до зимуючих птахів можуть бути віднесені лише умовно, оскільки їх спостерігали до формування льодового покриву. Зграю сірих гусей, що летіла в районі Канівського заповідника вниз за течією Дніпра, бачили 19.12.2012 р.

Відмінним складом, як і в попередні роки, характеризується угруповання птахів на очисних спорудах м. Черкаси. Виключно на них спостерігали: норця малого (*Podiceps ruficollis*), баклана великого (*Phalacrocorax carbo*), попелюха (*Aythya ferina*), рибалочку (*Alcedo atthis*) та плиску гірську (*Motacilla cinerea*). Як і раніше, тільки в районі Кременчуцької ГЕС відмічена висока чисельність мартина сивого (*Larus canus*).

Таблиця 1

Чисельність водоплавних та навколоводних птахів у районі Кременчуцького водосховища в зимовий період 2012/2013 рр.

Види / Дати обліків	08.12	22.12	23.12	25.12	13.01	14.01	18.01	Інші дати*
<i>Gavia arctica</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Podiceps ruficollis</i>	-	1	-	-	3	-	-	-
<i>P. cristatus</i>	1 (1)	1	-	-	-	-	1	-
<i>Phalacrocorax carbo</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Anser anser</i>	-	-	-	-	-	-	-	19
<i>Cygnus olor</i>	418 (99)	-	1	-	-	6	10	-
<i>C. cygnus</i>	(38)	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. bewickii</i>	(21)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cygnus sp.</i>	63 (20)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anas platyrhynchos</i>	3730 (80)	780	460	350	390	540	410	
<i>Aythya ferina</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>A. fuligula</i>	(4)	-	-	-	1	-	-	-
<i>Bucephala clangula</i>	146 (118)	32	640	890	8	590	1500	-
<i>Mergus merganser</i>	-	47	630	225	21	390	630	-
<i>M. albellus</i>	129 (1)	9	1	14	7	-	-	-
Водоплавні, не визначені	(100)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haliaetus albicilla</i>	7 (2)	3	12	25	1	31	19	-
<i>Fulica atra</i>	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Tringa ochropus</i>	-	3	-	-	-	-	-	1
<i>Larus ichthyaeetus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>L. ridibundus</i>	177 (17)	20	1	1	-	-	58	-
<i>L. cachinnans</i>	49 (17)	4	1	2	-	5	130	-
<i>L. canus</i>	7 (4)	3	-	650	-	-	1090	-
<i>Alcedo atthis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Motacilla cinerea</i>	-	1	-	-	1	-	-	-
Всього	4730 (520)	910	1750	2160	430	1560	3850	22
Кількість видів	14	15	8	9	9	6	9	4

Примітки. 08.12 – Липівський орнітологічний заказник та прилегла акваторія (у дужках); 22.12, 13.01 – очисні споруди м. Черкаси; 23.12, 14.01 – район Канівської ГЕС; 25.12, 18.01 – район Кременчуцької ГЕС, * – дати та місця спостережень наведені в тексті.

Крім основних обліків, на обвідному каналі поблизу Канівської ГЕС спостерігали: чаплю сіру (*Ardea cinerea*), скоріше за все одну й ту саму, бачили двічі (13.01 та 30.01.2013 р.); лиску (*Fulica atra*) – 27.01.2013 р.; коловодника лісового (*Tringa ochropus*) – 29.12.2012 р. та 10.01.2013 р. Останні два види на зимівлі в районі Канівської ГЕС спостерігали вперше [9].

Серед рідкісних зимуючих видів слід також відмітити реготуна чорноголового (*Larus ichthyaeetus*), якого вперше у регіоні бачили в умовах суворої зими, в січні.

Виявлено, що угруповання птахів районів Канівської та Кременчуцької ГЕС мали більшу подібність ($C_s=0,72$), ніж очисних споруд і районів ГЕС ($C_s=0,64$ для обох ГЕС).

Зима 2013/2014 рр. Облік, проведений у третій декаді грудня 2013 р. показав, що формування зимового населення не відбулося, птахи не утворювали значних скупчень. Домінантом, за дуже низької чисельності гоголя та креха великого, був крижень.

Загальна чисельність водоплавних та навколоводних птахів у третій декаді січня 2014 р. становила близько 6470 ос. (табл. 2), тобто більше ніж у попередню зиму. Це обумовлено перш за все більшою кількістю крижня, який залишався домінантом.

Таблиця 2

Чисельність водоплавних та навколоводних птахів у районі Кременчуцького водосховища в зимовий період 2013/2014 рр.

Види / Дати обліків	28.12	24.01	24.01*	26.01	30.01	05.02	Інші дати**
<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	-	-	-	-	-	-
<i>Cygnus olor</i>	4	-	-	-	-	-	-
<i>C. cygnus</i>	-	-	2	-	-	-	-
<i>Cygnus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	13
<i>Tadorna tadorna</i>	-	-	-	-	-	-	3
<i>Anas platyrhynchos</i>	1600	790	1550	380	350	380	-
<i>Aythya fuligula</i>	-	-	3	-	-	-	-
<i>A. marila</i>	6	-	-	-	1	1	-
<i>A. ferina</i>	-	-	-	-	5	5	-
<i>Bucephala clangula</i>	70	830	820	4	580	650	-
<i>Mergus serrator</i>	-	-	-	-	-	1	-
<i>M. merganser</i>	40	715	630	21	160	280	-
<i>M. albellus</i>	2	1	1	-	-	-	-
<i>Haliaetus albicilla</i>	14	34	20	-	5	10	-
<i>Vanellus vanellus</i>	-	-	-	-	-	-	1
<i>Larus ridibundus</i>	20	13	-	5	-	-	-
<i>L. cachinnans</i>	25	6	9	-	2	34	-
<i>L. canus</i>	5	620	-	18	1	4	-
<i>Alcedo atthis</i>	-	-	-	3	-	-	-
Всього	1790	3010	3030	430	1100	1365	17
Кількість видів	11	8	7	6	8	9	2

Примітки. 28.12, 24.01*, 30.01, 05.02 – район Канівської ГЕС; 24.01 – район Кременчуцької ГЕС; 26.01 – очисні споруди м. Черкаси, ** – дата та місце спостережень наведені в тексті.

Субдомінантами виступали гоголь і крех великий. У районі Кременчуцької ГЕС нами була відмічена найбільша кількість орланів-білохвостів за восьмирічний період досліджень – 34 ос. Загальна чисельність цих птахів (54) була близькою до попередніх років. Зграю з 13 лебедів (*Cygnus* sp.) спостерігали у польоті 24.01.2014 р. біля с. Худоліївка (Черкаський район), птахи летіли з Кременчуцького водосховища в напрямку долини р. Тясмин.

У першій декаді лютого в районі Канівської ГЕС внаслідок сильних морозів загальна кількість зимуючих птахів скоротилася приблизно на дві третини. Особливо

відчутно – у крижня і креха великого. У результаті в структурі населення домінантом став гоголь, чого ніколи не відмічалось за 27 років спостережень [9].

Протягом зими 2013/2014 рр. було відмічено 18 видів водоплавних та навколоводних птахів, що менше, ніж у більшість попередніх років. Це пояснюється доволі суворими погодними умовами. Заслужують на увагу зустрічі видів, які є рідкісними на зимівлі в регіоні [1]. А саме, трьох галагазів (*Tadorna tadorna*), що летіли над агроландшафтами у південно-східному напрямку бачили 08.02.2014 р. біля с. Москаленки Чорнобаївського району Черкаської області. Самця креха середнього (*Mergus serrator*) спостерігали 03 і 05.02.2014 р. на Дніпрі біля Канева, самка черні морської (*Aythya marila*) трималася нижче греблі Канівської ГЕС у січні – лютому 2014 р. 14.12.2013 р. на обвідному каналі біля Канівської ГЕС відмічена чайка (*Vanellus vanellus*).

Найбільша подібність у січні була між угрупованням птахів районів Кременчуцької та Канівської ГЕС ($C_s=0,80$), меншою – між очисними спорудами та районом Кременчуцької ГЕС ($C_s=0,71$) та найнижчою – між очисними спорудами та районом Канівської ГЕС ($C_s=0,46$).

Висновки

1. Незамерзаючі ділянки Дніпра в районі Кременчуцького водосховища є важливим місцем зимівлі водоплавних та навколоводних птахів на Середньому Дніпрі. Їх загальна чисельність становила від 4800 до 6500 особин.

2. Протягом двох зимових періодів відмічено 25 видів водоплавних та навколоводних птахів, у тому числі у 2012/2013 рр. – 19 видів, у 2013/2014 рр. – 18 видів.

3. Домінантом в угрупованнях птахів на початковому етапі зимівлі є крижень, в умовах тривалих і сильних морозів домінантом стає гоголь.

4. Виявлені рідкісні зимуючі види для Середнього Дніпра: галагаз, крех середній, чернь морська та реготун чорноголовий.

5. Взимку 2013/2014 рр. відмічені найсуворіші умови зимівлі для водоплавних птахів за період наших досліджень.

6. Встановлено, що існує більша подібність між орнітофаунами районів Канівської та Кременчуцької ГЕС, ніж між районами ГЕС та очисними спорудами, що пояснюється різними умовами зимівлі.

Література

1. Гаврилюк М.Н. Современная зимняя орнитофауна Восточной Черкасщины / М. Н. Гаврилюк, В. Н. Грищенко // Беркут. - 2001. - Т. 10, вып. 2. - С. 184-195.
2. Гаврилюк М. Н. Особенности зимовки птиц в 2006–2007 гг. в районе Кременчугского водохранилища / М. Н. Гаврилюк, С. В. Домашевский, В. Н. Грищенко // Біологія ХХІ ст.: теорія, практика, викладання: Матер. міжнар. наук. конф. (1–4 квітня 2007 р., м. Черкаси – м. Канів). – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 429–431.
3. Гаврилюк М. Н. О зимовке водоплавающих и околоводных птиц в 2007–2008 гг. в районе Кременчугского водохранилища / М. Н. Гаврилюк, С. В. Домашевский, А. В. Илюха, Н. Н. Борисенко, В. Н. Грищенко, Е. Д. Яблоновская-Грищенко // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России: Матер. 3-й Междунар. науч.-практич. конф. – М., 2009. – С. 572–576.
4. Гаврилюк М.Н. Зимівля водоплавних та навколоводних птахів у 2008–2009 рр. в районі Кременчуцького водосховища / М. Н. Гаврилюк, С. В. Домашевский, В. М. Грищенко, О. В. Ілюха, М. М. Борисенко, Є. Д. Яблоновская-Грищенко // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. – Черкаси, 2009. – Вип. 156. – С. 21–26.
5. Гаврилюк М. Н. Значение очистных сооружений города Черкасы (Украины) для зимующих водно-болотных птиц / М. Н. Гаврилюк, А. В. Илюха, Н. Н. Борисенко // Зоологические чтения: Матер.-лы Междунар. науч.-практич. конф, посвященной памяти проф. И.К. Лопатина (Гродно, 14-16 марта 2013 года). – Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2013. – С. 82–85.

6. Гаврилюк М. Н. Зимівля водоплавних та навколоводних птахів у 2009–2010 рр. у районі Кременчуцького водосховища / М. Н. Гаврилюк, О. В. Ілюха, М. М. Борисенко, В. М. Грищенко, Є. Д. Яблоновская-Грищенко // Природничий альманах. Серія: Біологічні науки. – Херсон, 2011. – Вип. 15. – С. 26–32.
7. Гаврилюк М. Н. Зимівля водоплавних і навколоводних птахів у районі Кременчуцького водосховища в зимові сезони 2010/2011 та 2011/2012 рр. / М. Н. Гаврилюк, О. В. Ілюха, М. М. Борисенко, В. М. Грищенко, Є. Д. Яблоновская-Грищенко // Авіфауна України. – 2014. – Вип. 5. – С. 36–43.
8. Грищенко В. Н. Орлан-белохвост в Каневском заповеднике и его окрестностях / В. Н. Грищенко, М. Н. Гаврилюк // Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия: Тр. VI Междунар. конф. по соколообразным и совам Северной Евразии, г. Кривой Рог, 27–30 сентября 2012 г. – Кривой Рог: Изд. ФЛ-П Чернявский Д. Л., 2012. – С. 335–340.
9. Грищенко В. Н. Видовой состав и структура населения водоплавающих и околоводных птиц, зимующих на Днепре в районе Каневской ГЭС / В. Н. Грищенко, Е. Д. Яблоновская-Грищенко, М. Н. Гаврилюк // Беркут. – 2013. – Т. 22, вып. 1. – С. 1–13.
10. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 161 с.

Аннотация. Гаврилюк М. Н., Грищенко В. М., Ілюха А. В., Яблоновская-Грищенко Е. Д., Борисенко М. М. Зимовка водоплавающих и околоводных птиц в районе Кременчугского водохранилища в зимние сезоны 2012/2013 и 2013/2014 гг. Представленные результаты являются продолжением многолетнего мониторинга зимующих группировок водоплавающих и околоводных птиц. Учеты проведены на ключевых участках Кременчугского водохранилища, где сохраняются полыньи с незамерзающей водой – в районе Каневской и Кременчугской ГЭС и на очистных сооружениях г. Черкассы на протяжении двух зимних периодов. Общая численность зимующих птиц составляла от 4800 до 6500 особей 25 видов. На протяжении зимы 2012/2013 гг. было отмечено 19 видов водоплавающих и околоводных птиц. В 2013/2014 рр. – 18 видов, что объясняется более суровыми погодными условиями. Доминантом в группировках птиц на начальном этапе зимовки является кряква, в условиях длительных и сильных морозов доминантом становится гоголь. Выявлены редкие зимующие виды для Среднего Днепра: пеганка, средний крохаль, морская чернеть и черноголовый хохотун. Установлено, что существует большее подобие между орнитофаунами районов Каневской и Кременчугской ГЭС, чем между районами ГЭС и очистными сооружениями, что объясняется разными условиями зимовки. Обсуждается динамика численности и видовой состав зимующих птиц в зависимости от погодных условий.

Ключевые слова: водоплавающие и околоводные птицы, орнитофауна, численность, зимовки, Кременчугское водохранилище.

Summary. Gavrilyuk MN, Grishchenko VM, Ilyuha AV, Yablonovska Grishchenko-ED, Borisenko M. Wintering waterfowl in the area of the Kremenchug reservoir during the winter seasons 2012/2013 and 2013/2014 years. The results of long-term monitoring of wintering groups of waterbirds are presented. Censuses were carried out during two winter periods. They were conducted at the ice-free parts of the Kremenchug reservoir near Kaniv and Kremenchug hydroelectric power and also at Cherkasy's treatment plant. The total number of wintering birds was 4800–6500. They belong to 25 species. There were 19 species of waterbirds observed in winter period of 2012/2013. In 2013/2014 18 species were observed. This is explained by more extreme weather conditions. The Mallard is dominant in birds associations at the beginning of wintering period. The Goldeneye becomes dominant under the conditions of lasting and severe frosts. There were observed some wintering birds that are rare for the Middle Dnieper: the Shelduck, the Red-breasted Merganser, the Scaup and the Great Black-headed Gull. It was found out that there is a greater similarity between the avifauna areas of the Kaniv and Kremenchug hydroelectric power, than between the hydroelectric power and the treatment plant. These differences exist due to the different wintering conditions. The quantity dynamics and species composition of wintering birds in their dependence on weather conditions is discussed.

Key words: waterbirds, quantity, ornitofauna, wintering, Kremenchug reservoir.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією

06.03.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

ОСОБЛИВОСТІ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЖОВЧІ СОБАК ПРИ ДІЇ РІЗНИХ ДОЗ ГЛІЦИНУ

В хронічних дослідях на безпородних собаках з вживленими комбінованими холецисто-дуоденальними фістульними трубками досліджено вплив гліцину на об'ємну швидкість холесекреції та якісний склад жовчі. Впродовж трьох годин спостереження вимірювали інтенсивність секреції жовчі та концентрації в ній вільних і кон'югованих жовчних кислот, а також вільного холестерину методом тонкошарової хроматографії. Показано, що при 8-денному пероральному застосуванні в дозах 4,9 або 9,7 мг/кг маси тіла ця амінокислота не справляє холеретичного впливу, проте змінює якість секретованої жовчі. Встановлено, що в дозі 4,9 мг/кг гліцин посилює кон'югацію тригідрокси- та дигідроксихоланових жовчних кислот з таурином і не впливає на секрецію вільних холатів та холестерину. При цьому спостерігається збільшення значень холато/холестеринового коефіцієнта, що свідчить про покращення сольобілізуючих властивостей жовчі та зменшення її літогенності. В дозі 9,7 мг/кг ця амінокислота посилює інтенсивність секреції з жовчю як кон'югованих, так і некон'югованих холатів, а також вільного холестерину, що цілком сприяє збереженню колоїдостійкості жовчі та запобігає нуклеації холестерину у водній фазі секрету, тобто утворенню конкрементів у жовчовивідних шляхах.

Ключові слова: гліцин, секреція жовчі, таурохолати, кон'юговані жовчні кислоти, вільні жовчні кислоти, холестерин, хронічний експеримент.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що амінокислоти є ключовими регуляторами основних метаболічних шляхів [14, 20], задіяних у процесах росту, розвитку, репродукції [19], імунітету [17], гомеостазу а також субстратами для синтезу білків, гормонів [22] та низькомолекулярних азотовмісних сполук. Гліцин належить до низки амінокислот, які беруть активну участь у функціонуванні як нервової, так і інших систем організму. Зокрема у центральній нервовій системі гліцин виконує роль гальмівного нейромедіатора [1]. У імунних клітинах (макрофаги, моноцити, нейтрофіли), зв'язуючись з гліциновими рецепторами, модулює потоки кальцію та зменшує секрецію цитокінів, а в ендотеліальних - впливає на їх проліферацію, диференціацію та міграцію [25]. У нирках гліцин підвищує швидкість клубочкової фільтрації та зменшує реабсорбцію в проксимальних каналцях, а при ішемічних пошкодженнях діє як цитопротектор [28]. Чисельними експериментальними дослідженнями були встановлені ефекти гліцину на органи шлунково-кишкового тракту. Так показаний його протекторний вплив при пошкодженнях слизової оболонки тонкого [15] і товстого [27] кишечника, при регенерації та трансплантації печінки а також при частковій гепатектомії [7, 12, 32]. Також гліцин покращує мікроциркуляцію в печінковій паренхімі після хіміотерапії та при експериментальному алкогольному панкреатиті [21, 26]. До того ж ця амінокислота та її метаболіт глутатіон регулюють гомеостаз вільних радикалів [29] та проявляють антиоксидантні властивості при пошкодженнях гепатоцитів, викликаних важкими металами [6, 24]. Проте, не зважаючи на чисельні дані джерел літератури, присвячені участі гліцину в регуляції функцій органів травної системи, його роль в продукуванні печінкою якісно повноцінної і колоїдостійкої жовчі вивчалась мало, хоча дослідження спектру жовчних кислот дає більш інформативну характеристику особливостей перебігу фізіолого-біохімічних процесів в печінці.

Мета статті - дослідити вплив гліцину на рівень холерезу та якість секретованої жовчі у собак в умовах хронічного експерименту.

Методика

Зовнішньосекреторну функцію печінки досліджували в умовах хронічного експерименту на дорослих безпородних собаках з вживленими за методикою П.С.Лященко [4] комбінованими холецисто-дуоденальними фістульними трубками. Щоб уникнути похибок, пов'язаних з добовим обмінним ритмом, спроби проводились на голодних тваринах (18-20 годин після годівлі) в один і той же час доби – з 10 до 14 години. В дослідях враховували кількість жовчі, продукуюваної печінкою собак за кожні 30 хв впродовж 3 годин секреції. Контролем слугували спроби без введення тваринам будь-яких хімічних речовин (спонтанний холерез). Гліцин в дозах 4,9 або 9,7 мг/кг маси тіла щоденно впродовж 8 діб згодовували тваринам за 16-17 годин до початку спроби. Досліди проводились на 3-тю, 5-ту, 7-му та 9-ту добу від початку застосування гліцину.

В кожній відібраній пробі жовчі методом тонкошарової хроматографії та денситометра ДО-1М визначали концентрації вільних (холева – ХК, суміш хенодезоксихолевої і дезоксихолевої – ХДХК+ДХК) та кон'югованих (таурохолева – ТХК, суміш таурохенодезоксихолевої і тауроезоксихолевої – ТХДХК+ТДХК) жовчних кислот, а також вільного холестерину [2, 5].

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою пакету прикладних програм Statistica 6.0, використовуючи t-критерій Ст'юдента, оскільки дані мали нормальний розподіл при перевірці їх за тестом Шапіро-Уїлка. Статистично значущими вважались відмінності між контролем і дослідом при $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Результати наших досліджень показали, що при курсовому застосуванні гліцину не спостерігається статистично вірогідних змін об'ємної швидкості холерезу. Всього за три години досліді при згодовуванні амінокислоти в дозі 4,9 мг/кг печінка собак секретувала $1,55 \pm 0,40$ мл/кг жовчі, а в дозі 9,7 мг/кг – $1,45 \pm 0,15$ мл/кг, що перевищує значення контролю ($1,31 \pm 0,07$ мл/кг) відповідно на 18,3% ($p > 0,05$) та 10,7% ($p > 0,05$). Отже гліцин при пероральному застосуванні впродовж 8 діб в дозі як 4,9, так і 9,7 мг/кг не виявляє холеретичних властивостей.

Як показали результати біохімічного аналізу, при дії гліцину відбуваються зміни якісного складу жовчі (табл.1). Так, при згодовуванні амінокислоти в дозі 4,9 мг/кг концентрація ТХК впродовж усього періоду спостереження перевищувала контрольні значення (табл.1), і в першому півгодинному проміжку часу таке збільшення становило 25,3% ($p > 0,05$); в другому – 29,7% ($p > 0,05$); в третьому – 36,9% ($p < 0,05$); в четвертому – 44,5% ($p < 0,01$); в п'ятому – 40,3% ($p < 0,01$) і в шостому – 49,6% ($p < 0,01$). Подібна динаміка (табл.1) спостерігалась і у змінах концентрації таурокон'югатів дигідроксихоланових жовчних кислот (ТХДХК+ТДХК). З'ясувалось, що за перші 30 хв спроби концентрація суміші ТХДХК+ТДХК зросла щодо контролю на 10,4% ($p > 0,05$), за другі – на 22,1% ($p > 0,05$), за треті – на 33,0% ($p < 0,05$), за четверті – на 28,4% ($p < 0,05$), за п'яті – на 36,8% ($p < 0,01$) і за шості – на 41,7% ($p < 0,01$).

Порівняльний аналіз змін концентрацій таурохолатів в жовчі контрольних дослідів і при дії гліцину в дозі 9,7 мг/кг показав статистично значуще збільшення концентрації ТХК впродовж усього періоду спостереження (табл.1). Так, вже в першій півгодині приріст ТХК становив 31,0% ($p < 0,05$), в другій 33,1% ($p < 0,05$), в третій 39,8% ($p < 0,01$), в четвертій 41,8% ($p < 0,01$), в п'ятій 42,3% ($p < 0,001$), в шостій 47,9% ($p < 0,001$). Концентрація ТХДХК+ТДХК також впродовж усього досліді перевищувала контрольні показники (табл.1), проте статистично вірогідними ці відмінності були в четвертому (на 22,5%; $p < 0,05$), п'ятому (на 30,2%; $p < 0,01$) та шостому (на 30,0%; $p < 0,01$) півгодинних проміжках часу.

Таблиця 1

Зміни концентрації жовчних кислот (мг%) в жовчі собак
при дії різних доз гліцину ($M \pm m$)

Жовчні кислоти	Півгодинні проміжки часу	Серія дослідів		
		Контроль n=12	Гліцин 4,9 мг/кг n=8	Гліцин 9,7 мг/кг n=8
Таурохолева кислота	1	2297,3±184,3	2874,3±189,3	3009,2±71,4*
	2	2284,1±193,7	2962,9±175,2	3040,9±37,7*
	3	2197,4±163,3	3008,1±176,0*	3071,6±79,8**
	4	2114,1±147,9	3053,9±172,6**	2998,4±68,1**
	5	2083,5±132,7	2922,2±145,1**	2965,6±31,4***
	6	1975,8±124,3	2955,2±124,6**	2922,5±20,1***
Таурохено- дезоксихолева + Тауродезокси- холева кислота	1	768,1±53,4	847,9±31,1	897,2±57,6
	2	721,1±54,9	880,6±15,0	855,9±38,2
	3	685,2±50,0	911,0±17,4*	844,3±30,8
	4	681,2±36,8	874,9±31,7*	834,8±26,3*
	5	651,3±33,1	890,7±8,0**	848,2±29,4**
	6	617,6±31,3	875,4±27,2**	802,9±23,6**
Холева кислота	1	141,4±2,5	147,9±3,2	177,9±9,2***
	2	145,5±3,9	150,7±3,0	187,1±16,8*
	3	153,9±5,7	166,9±2,4	202,7±19,2*
	4	151,0±9,4	162,0±5,9	199,4±15,7*
	5	165,4±9,0	159,0±6,1	200,7±22,0
	6	173,3±5,4	162,8±6,4	204,0±20,7
Хенодезокси- холева кислота + дезоксихолева кислота	1	17,1±1,7	14,1±0,6	26,9±5,4
	2	16,2±2,1	15,3±0,8	17,9±1,7**
	3	17,5±1,7	18,1±0,9	35,2±6,4**
	4	16,4±1,8	21,2±0,9	38,9±7,4**
	5	19,5±2,2	18,4±0,8	26,2±2,5
	6	20,8±1,8	18,4±1,1	32,8±1,5**

Примітки: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ щодо контролю.

На відміну від кон'югованих холатів, зміни концентрації вільних жовчних кислот були дещо іншими. При застосуванні гліцину в дозі 4,9 мг/кг впродовж 180 хв дослідів не спостерігається статистично значущих відмінностей міліграмвідсоткового вмісту ХК та суміші ХДХК+ДХК щодо контрольних значень (табл.1). При збільшенні дози амінокислоти вдвічі показники концентрації некон'югованих холатів перевищили контрольні значення (табл.1). Так, концентрація ХК зросла в першій пробі на 25,8% ($p < 0,001$), в другій на 28,6% ($p < 0,05$), в третій на 31,7% ($p < 0,05$), в четвертій на 32,1% ($p < 0,05$), в п'ятій на 21,3% ($p > 0,05$) та в шостій на 17,7% ($p > 0,05$). Приріст концентрації вільних дигідроксихоланових жовчних кислот становив: в першому півгодинному проміжку часу 57,3% ($p > 0,05$), в другому 72,2% ($p < 0,01$), в третьому 10,1% ($p < 0,01$), в четвертому 137,2% ($p < 0,01$), в п'ятому 34,4% ($p > 0,05$) і в шостому 57,7% ($p < 0,01$). Такі зміни концентрацій кон'югованих та вільних жовчних кислот свідчать, що в дозі 4,9 мг/кг гліцин посилює кон'югацію холанових кислот з таурином, а в дозі 9,7 мг/кг впливає на інтенсивність секреції з жовчю як вільних, так і кон'югованих холатів.

Особливе значення для оцінки літогенності жовчі, тобто потенційної здатності до утворення конкрементів, має співвідношення сумарні холати/холестерин. Для

стабілізації колоїдів жовчі необхідно, щоб концентрація жовчних кислот у 15-25 разів перевищувала таку вільного холестерину. Результати наших досліджень показали, що під впливом гліцину в дозі 4,9 мг/кг спостерігається зростання концентрації сумарних жовчних кислот в усіх півгодинних пробах жовчі. При цьому концентрація вільного холестерину не змінюється щодо контрольних значень. Такі зміни міліграмвідсоткового вмісту сумарних жовчних кислот та вільного холестерину зумовлюють збільшення значень холато-холестеринового коефіцієнта (табл.2), що свідчить про покращення солюбілізуючих властивостей жовчі.

Таблиця 2

Зміни холато-холестеринового коефіцієнта при дії різних доз гліцину ($M \pm m$)

Показник	Півгодинні проміжки часу	Серія дослідів		
		Контроль n=12	Гліцин 4,9 мг/кг n=12	Гліцин 9,7 мг/кг n=12
Концентрація сумарних жовчних кислот, мг%	1	3223,9 $\pm$ 230,0	3884,7 $\pm$ 219,7	4111,2 $\pm$ 111,4*
	2	3166,9 $\pm$ 248,9	4009,4 $\pm$ 185,3	4111,7 $\pm$ 69,6*
	3	3054,1 $\pm$ 211,7	4104,2 $\pm$ 189,9*	4153,8 $\pm$ 110,1**
	4	2962,7 $\pm$ 181,8	4092,6 $\pm$ 145,0**	4071,4 $\pm$ 58,4**
	5	2919,7 $\pm$ 149,5	3990,3 $\pm$ 141,6**	4048,1 $\pm$ 67,7***
	6	2787,6 $\pm$ 138,2	4011,9 $\pm$ 115,3***	3962,3 $\pm$ 51,1***
Концентрація вільного холестерину, мг%	1	44,9 $\pm$ 2,05	46,5 $\pm$ 1,15	49,3 $\pm$ 1,60
	2	45,8 $\pm$ 1,77	46,5 $\pm$ 0,59	46,1 $\pm$ 1,71
	3	44,2 $\pm$ 1,37	45,1 $\pm$ 0,37	49,7 $\pm$ 1,45*
	4	42,2 $\pm$ 1,79	43,0 $\pm$ 1,12	51,7 $\pm$ 1,63**
	5	41,0 $\pm$ 1,09	42,0 $\pm$ 0,94	50,7 $\pm$ 1,71***
	6	39,6 $\pm$ 1,52	40,2 $\pm$ 1,23	46,2 $\pm$ 1,15*
Холато-холестериновий коефіцієнт	1	71,8	83,5	83,4
	2	69,1	86,2	89,2
	3	69,1	91,0	83,8
	4	70,2	95,2	78,8
	5	71,2	95,0	79,8
	6	70,4	99,8	85,8

Примітки: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ щодо контролю.

Після подвоєння дози амінокислоти спостерігається статистично значуще збільшення концентрації як жовчних кислот, так і вільного холестерину щодо контрольних показників. Такі зміни співвідношення холати/холестерин також зумовлюють збільшення значень коефіцієнта, проте вони є меншими, ніж при застосуванні гліцину в дозі 4,9 мг/кг (табл.2).

Насьогодні в літературі в основному описані цитопротекторні ефекти гліцину при різноманітних пошкодженнях гепатоцитів. Зокрема показано, що при оксидативних пошкодженнях, викликаних сульфатом заліза, ця амінокислота може діяти як антиоксидант та антиапоптичний агент, а також забезпечує захист гепатоцитів, регулюючи активацію фосфо-ERK1/2, фосфо-p38, NK-кВ та інших мітохондрій-залежних сигнальних молекул [8, 12]. Крім того деякі автори повідомляють і про модулюючий вплив цієї амінокислоти при ендотоксин-викликаних пошкодженнях печінки шляхом пригнічення секреції клітинами Купфера фактору некрозу пухлин α [30].

Дані молекулярних досліджень свідчать, що ефекти гліцину здійснюються шляхом взаємодії з гліциновими рецепторами, котрі експресуються у багатьох

ненейрональних типах клітин [28]. При цьому на гепатоцитах гліцинових рецепторів обмаль [23]. Насьогодні в гомогенатах печінки знайдені сплайсинг-варіанти тільки β -субодиниці гліцинових рецепторів, проте їх клітинна локалізація (гепатоцити, клітини Купфера чи ендотеліальні клітини) невідома. При цьому деякі автори вважають, що β -субодиниця може мати невідомі функції [18].

Окрім прямих впливів через власні рецептори, гліцин може впливати на функції печінки і через гуморальні, а також центральні нервові механізми. Так показано, що гліцин, зв'язуючись з власними рецепторами на цитоплазматичній мембрані α -клітин підшлункової залози, стимулює секрецію глюкагону, не змінюючи при цьому рівень секреції інсуліну β -клітинами. Автори вважають, що таким чином ця амінокислота бере участь у підтриманні базального рівня секреції глюкагону [16]. В джерелах літератури є дані, що після орального застосування гліцин долає гематоенцефалічний бар'єр та активує NMDA рецептори, прилеглі до шлуночків мозку [13]. Також дані літератури свідчать, що шляхом активації NR1 субодиниці NMDA рецепторів дорзального вагального комплексу та зменшення рівня експресії в печінці мРНК стеаройл-СоА денатурази-1, гліцин пригнічує секрецію тригліцеридів та ліпопротеїнів дуже низької щільності [31]. Інші дослідники показали, що споживання гліцину знижує вміст тригліцеридів в плазмі, а в печінці - вільних жирних кислот, що на думку авторів може свідчити про вплив гліцину як на рівень біосинтезу тригліцеридів, так і на деградацію вільних жирних кислот [10]. Також встановлено, що гліцин як гальмівний нейротрансмітер, може впливати на активність симпатичної нервової системи, котра регулює частоту серцевих скорочень та тиск крові у судинах. В цих дослідженнях мікроін'єкції гліцину у ядра солітарного тракту стимулювали вивільнення ацетилхоліну, що призводило до зниження високого артеріального тиску та зменшення частоти серцевих скорочень [9]. Враховуючи що гліцин впливає на активність симпатичної нервової системи та рівень катехоламінів – потужних регуляторів ліполізу у жирових клітинах людини, ця амінокислота може модулювати мобілізацію ліпідів з адипоцитів жирової тканини [11]. Такі гіпотензивні і гіполіпідемічні ефекти гліцину та його аналогів, зокрема триметилгліцину [3], мають терапевтичне значення, оскільки можуть застосовуватись при лікуванні хвороб, котрі супроводжуються підвищенням кров'яного тиску та високим рівнем ліпідів у плазмі, зокрема діабету і ожиріння.

Висновки

Отже результати наших досліджень показали, що гліцин при курсовому пероральному вживанні не виявляє холеретичних властивостей, проте впливає на якісний склад жовчі. В дозі 4,9 мг/кг гліцин посилює кон'югацію холянових кислот з таурином та покращує солюбілізуючі властивості жовчі, про що свідчать значне збільшення концентрації таурохолатів та значень холато/холестринового коефіцієнта. В дозі 9,7 мг/кг ця амінокислота посилює інтенсивність секреції з жовчю кон'югованих і некон'югованих холатів, а також вільного холестерину.

Література

1. Амахин Д.В. Взаимодействие эффектов нейромедиаторов глицина и ГАМК в центральной нервной системе / Д.В.Амахин, Н.П.Веселкин // Цитология. – 2012. – Т.54, № 6. – С.469-477.
2. А.с. 1624322 СССР, МБИ G 01 N 33/50 Способ определения желчных кислот в биологической жидкости / С.П.Весельский, П.С.Лященко, И.А.Лукьяненко (СССР); - № 4411066/14; заявл. 25.01.1988; опубл.30.01.1991, Бюл.№ 4.
3. Ключева Н.Н. Гиполипидемическая активность триметилглицина / Ключева Н.Н., Калашникова Н.М., Окунович И.В., Сапронов Н.С. // Эксп. клин. фармакол. – 2012. – Т.75(1). – С.16-18.
4. Лященко П.С. К методике исследования внешнесекреторной функции печени у собак / Лященко П.С. // Физиол. журн. СССР. – 1975. - Т.60, № 12. – С.1891-1893.

5. Патент 33564 А Україна, МПК А 61В 5/14. Спосіб підготовки проб біорідин для визначення вмісту речовин ліпідної природи / Весельський С.П., Лященко П.С., Костенко С.І., Горенко З.А., Куровська Л.Ф.; заявник та власник патенту Київський університет імені Тараса Шевченка - № 99031324; заявл.11.03.99; опубл.15.02.2001, Бюл.№ 1.
6. Alcaraz-Conteras Y. Effect of glycine on lead mobilization, lead-induced oxidative stress, and hepatic toxicity in rats / Alcaraz-Conteras Y., Garza-Ocañas L., Carcaño-Díaz K., Ramirez-Gomez X.S. // *J. Toxicol.* – 2011. – V.2011. – ID430539. – 7 p.
7. Benk T. Glycine pretreatment ameliorates liver injury after partial hepatectomy in the rat / Benk T., Frede S., Gu Y. [et al.] // *J. Invest. Surg.* – 2010. – V.23, Is.1. – P.12-20.
8. Bhattacharyya S. Iron induces hepatocytes death via MAPK activation and mitochondria-dependent apoptotic pathway: beneficial role of glycine / Bhattacharyya S., Ghosh J., Sil P.C. // *Free Radical Research.* – 2012. – V.46 (10). – P.1296-1307.
9. Cassel M.D. Glycine receptor (gephyrin) immunoreactivity is present on cholinergic neurons in the dorsal vagal complex / Cassel M.D., Yi H., Talman W.T. // *Neuroscience.* – 2000. – V.95. – P.489-497.
10. El Hafidi M. Glycine intake decreases plasma free fatty acids, adipose cell size, and blood pressure in sucrose-fed rats / El Hafidi M., Perez I., Zamora J. [et al.] // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2004. – V.287. – P.R1387-R1393.
11. Fain J.N. Adrenergic regulation in adipose metabolism / Fain J.N., Garcia-Sainz J.A. // *J. Lipid. Res.* – 1983. – V.24. – P.945-966.
12. Ito K. Effect of non-essential amino acid glycine administration on the liver regeneration of partially hepatectomized rats with hepatic ischemia/reperfusion injury / Ito K., Ozasa H., Noda Y. [et al.] // *Clin. Nutr.* – 2008. – V.27, Is.5. – P.773-780.
13. Kawai N. Pharmacokinetics and cerebral distribution of glycine administered to rats / Kawai N., Bannai M., Seki S., [et al.] // *Amino Acids.* – 2012. – V.42(6). – P.2129-37.
14. Jobgen W.S. Regulatory role for the arginine-nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates / Jobgen W.S., Fried S.K., Fu W.J. [et al.] // *J. Nutr. Biochem.* – 2006. – V.17. – P.571-588.
15. Lee M.A. Influence of glycine on intestinal ischemia-reperfusion injury / Lee M.A., McCauley R.D., Kong S.E., Hall J.C. // *J. Parenter. Enteral. Nutr.* – 2002. – V.26. – P.130-135.
16. Li C. Regulation of glukagon secretion in normal and diabetic human islets by γ -hydroxybutyrate and glycine / Li C., Chen J., Chen P. [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 2013. – Vol.288 (6). – P.393-351.
17. Li P. Amino acids and immune function / Li P., Yin Y.L., Li D.F. [et al.] // *Br. J. Nutr.* – 2007. – V.98. – P.237-252.
18. Malosio M.L. Widespread expression of glycine receptor subunit mRNAs in the adult and developing rat brain / Malosio M.L., Marqueze-Pouey B., Kuhse J., Betz H. // *EMBO J.* – 1991. – V.10. – P.2401-2409.
19. Martin P.M. Amino acids transport regulates blastocyst implantation / Martin P.M., Sutherland A.E., VanWinkle L.J. // *Biol. Reprod.* – 2003. – V.69. – P.1101-1108.
20. Meijer A.J. Amino acids as regulators and components of nonproteinogenic pathways / Meijer A.J. // *J. Nutr.* – 2003. – V.133. – P.2057S-2062S.
21. Mikalauskas S. Dietary glycine protects from chemotherapy-induced hepatotoxicity / Mikalauskas S., Mikalauskiene L., Bruns H. [et al.] // *Amino Acids.* – 2011. – V.40, Is.3. – P.1139-1150.
22. Newsholme P. New insights into amino acid metabolism, beta-cell function and diabetes / Newsholme P., Brennan L., Rubi B., Maechler P. // *Clin. Sci.* – 2005. – V.108. – P.185-194.
23. Oertel J. A novel glycine receptor beta subunit splice variant an unorthodox transmembrane topology. Assembly into heteromeric receptor complexes / Oertel J., Villmann C., Kettenmann H., [et al.] // *J. Biol. Chem.* – 2007. – V.282. – P.2798-2807.
24. Pal P.B. Modulation of mercury-induced mitochondria-dependent apoptosis by glycine in hepatocytes / Pal P.B., Pal S., Das J., Sil P.C. // *Amino Acids.* – 2012. – Vol.42(5). – P.1669-1683.
25. Schemmer P. Glycine reduces platelet aggregation / Schemmer P., Zhong Z., Galli U. [et al.] // *Amino Acids.* – 2013. – Vol.44(3). – P.925-931.
26. Schneider L. Effects of gadolinium chloride and glycine on hepatic and pancreatic tissue damage in alcoholic pancreatitis / Schneider L., Hackert T., Longerich T. [et al.] // *Pancreas.* – 2010. – V.39, Is.4. – P.502-509.
27. Tsune I. Dietary glycine prevents chemical-induced experimental colitis in the rat / Tsune I., Ikejima K., Hirose M. [et al.] // *Gastroenterology.* – 2003. – V.125, Is.3. – P.775-785.
28. Van den Eynden J. Glycine and glycine receptor signaling in non-neuronal cells / Van den Eynden J., Sheen Saheb Ali, Horwood N. [et al.] // *Front. Mol. Neurosci.* – 2009. – V.2. – P.9.
29. Wu G. Glutathione metabolism and its implication for health / Wu G., Fang Y.Z., Yang S. [et al.] // *J. Nutr.* – 2004. – V.1345. – P.489-492.

30. Yamanouchi K. Glycine reduces hepatic warm ischemia-reperfusion injury by suppressing inflammatory reactions in rats / Yamanouchi K., Eguchi S., Kamohara Y. [et al.] // Liver Int. – 2007. – V.27. – P.1249-1254.
31. Yue J.T.Y. Glycine normalizes hepatic triglyceride-rich VLDL secretion by triggering the CNS in high-fat rats / Yue J.T.Y., Mighiu P.I., Naples M. [et al.] // Circ.Res. – 2012. – V.110. – P.1345-1354.
32. Zhang S.J. Protective effect of glycine pretreatment on brain-death donor liver / Zhang S.J., Shi J.H., Tang Z. [et al.] // Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int. – 2005. – V.4, Is.1. – P.37-40.

Аннотация. Горенко З.А. Особенности качественного состава желчи собак при действии разных доз глицина. В хронических опытах на беспородных собаках с вживленными комбинированными холецисто-дуоденальными фистульными трубками исследовано влияние глицина на объемную скорость холесекреции и качественный состав желчи. В течение трех часов наблюдения измеряли интенсивность секреции желчи и концентрацию в ней свободных и конъюгированных желчных кислот, а также свободного холестерина методом тонкослойной хроматографии. Показано, что при 8-дневном пероральном применении в дозах 4,9 или 9,7 мг/кг массы тела эта аминокислота не проявляет холеретических свойств, при этом изменяя качество секретируемой желчи. Установлено, что в дозе 4,9 мг/кг глицин усиливает конъюгацию тригидрокси- и дигидроксихолановых желчных кислот с таурином и не влияет на секрецию свободных холатов и холестерина. При этом наблюдается возрастание значений холато/холестеринового коэффициента, что свидетельствует об улучшении солюбилизирующих свойств желчи и уменьшении ее литогенности. В дозе 9,7 мг/кг эта аминокислота усиливает интенсивность секреции с желчью как конъюгированных, так и неконъюгированных холатов, а также свободного холестерина, что в целом способствует сохранению коллоидостойкости желчи и предотвращает нуклеацию холестерина в водной фазе секрета, то есть образование конкрементов в желчевыводящих путях.

Ключевые слова: глицин, секреция желчи, таурохолаты, конъюгированные желчные кислоты, свободные желчные кислоты, холестерин, хронический эксперимент.

Summary. Gorenko Z.A. Features of the qualitative composition of bile of dogs under the action of different doses of glycine. In chronic experiments on mongrel dogs with implanted combined cholecysto-duodenal fistula tubes studied the effect of glycine on the bile flow rate and qualitative composition of bile. Within three hours of observation, the intensity and concentration of bile secretion in its free and conjugated bile acids, and free cholesterol by thin layer chromatography. It is shown that for an 8-day oral administration at doses of 4.9 or 9.7 mg/kg body weight of the amino acid shows no choleretic impact, thus changing the quality of the secreted bile. It has been established that a dose of 4.9 mg/kg of glycine conjugation enhances trihydroxy- and digidroksiholates with taurine, and does not affect secretion of free cholesterol and cholates. This is accompanied by an increase in the values of cholate/cholesterol ratio, which indicates an improvement solubilization properties of bile and decrease its lithogenicity. At a dose of 9.7 mg/kg of this amino acid intensifies the secretion of the bile conjugated and unconjugated cholates, as well as free cholesterol, which generally contributes to the conservation colloidal properties of bile and prevents nucleation of cholesterol in the aqueous phase secretion, ie the formation of stones in the biliary ways.

Keywords: glycine, bile secretion, taurocholate, conjugated bile acid, free bile acids, cholesterol, chronic experiment.

**НДІ фізіології імені академіка Петра Богача ННЦ «Інститут біології»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка**

Одержано редакцією

23.12.2013

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК 581.524.1

О.О. Гудаков

ДЕТЕРМІНАНТИ СТАНУ ПОПУЛЯЦІЙ *CONVALLARIA MAJALIS* В СОСНОВИХ ЛІСАХ ГЕТЬМАНСЬКОГО НПП

У статті наведена коротка характеристика Гетьманського національного природного парку. Подана характеристика *Convallaria majalis*, як одного з домінантів трав'яно-чагарничкового ярусу. Визначені найбільш характерні для цієї території фітоценози. Оцінена належність кожного угруповання до одного з трьох якісних типів ценопопуляцій (депресивного, рівноважного, процвітаючого). Визначені референсні значення деяких морфометричних показників *Convallaria majalis*: фітомаса, маса листків, висота, діаметр, площа листової поверхні, маса плодів, маса квіток, кількість плодів і кількість квіток. Розрахована популяційна щільність для двох найпоширеніших угруповань, що включають *Convallaria majalis* - *Querceto (roboris)* – *Pinetum (sylvestris) convallariosum (majalis)* та *Pinetum (sylvestris) convallariosum (majalis)*. Спираючись на власні дослідження, визначені оптимальні значення світлового режиму й популяційної щільності для популяції *Convallaria majalis* у складі Гетьманського національного парку. На основі отриманих даних зроблено висновок про стан популяції *Convallaria majalis* у найпоширеніших лісових угрупованнях Гетьманського національного парку. Спираючись на проведені дослідження, розроблені рекомендації зі збору *Convallaria majalis* (як лікарської сировини) на території Гетьманського національного природного парку.

Ключові слова: Гетьманський, віталітет, *Convallaria majalis*, популяційна щільність, популяційний аналіз, освітлення.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гетьманський національний природний парк утворений в 2009 році. Розташований уздовж долини р. Ворскла, він займає площу 23360,1 га і є другою за площею природоохоронною територією Сумської області. Гетьманський НПП створений для збереження унікальних природних комплексів та видового різноманіття. За попередніми даними флора вищих рослин Гетьманського НПП налічує 657 видів, у складі яких представлено: 22 види несудинних і 635 видів судинних рослин [1]. У Гетьманському НПП значні площі займають соснові та дубово-соснові ліси штучного та природного походження, що мають у своєму складі типові та унікальні фітоценози, а отже, є важливими осередками біорізноманіття. У ряді лісових фітоценозів Гетьманського НПП домінантом трав'яно-чагарничкового ярусу виступає *Convallaria majalis* L. [1].

Convallaria majalis – багаторічна трав'яниста рослина з повзучим розгалуженим кореневищем. За класифікацією Раункієра належить до гемікриптофітів. При постійному пошкодженні органів зменшується потік поживних речовин до кореневища, яке в свою чергу починає сповільнювати свій ріст, що призводить до зникнення її з надґрунтового покриву лісових угруповань [2, 6]. Здавна використовується у народній і офіційній медицині для лікування багатьох серцево-судинних захворювань [8]. Оскільки *Convallaria majalis* має декоративне значення, популяції цієї рослини зазнають значного антропогенного впливу.

Для визначення рівня життєздатності популяцій *Convallaria majalis* нами була використана концепція віталітету [3]. Аналіз віталітетної структури популяцій є потужним та високоінформативним інструментом визначення якісних характеристик популяції. На сьогодні концепція віталітетного аналізу структури популяцій є багаторазово апробованою багатьма спеціалістами у галузі популяційної ботаніки (Расевич, Сулейманова, Афанасьєва, Клименко, Злобін, Складар).

Вивченням популяцій *Convallaria majalis* ґрунтовно займались як в Україні, так і за її межами [2, 6, 8], але дослідженням віталітетної структури не була приділена належна увага.

Метою статті було: на основі морфометричних показників виявити фактори, що зумовлюють якісні параметри ценопопуляцій *Convallaria majalis*, надати рекомендації щодо оптимізації збору *Convallaria majalis* в Гетьманському НПП.

Методика

Дослідженням були охоплені ценопопуляції *Convallaria majalis*, що зростають в угрупованнях *Querceto (roboris) – Pinetum (sylvestris) convallariosum (majalis)* та *Pinetum (sylvestris) convallariosum (majalis)*. Ці ліси належать до числа типових для території Гетьманського НПП, а *Convallaria majalis* в них відіграє провідну роль у формуванні ярусу трав. Для встановлення характерних ознак досліджуваних фітоценозів в них, відповідно до загальноприйнятих підходів, здійснювались повні геоботанічні описи.

При оцінці стану популяцій *Convallaria majalis* в якості облікових одиниць виступали окремі парціальні кущі – рамети. Для визначення загальної щільності рослин *Convallaria majalis* в межах популяційних полів в фітоценозах, охоплених дослідженням, рандомізовано розташовували 150 облікових ділянок площею 0,25 м² [7, 10]. З метою з'ясування розмірних ознак раметів в угрупованнях *Querceto – Pinetum convallariosum* та *Pinetum convallariosum* для подальшого морфометричного аналізу було рандомізовано відібрано 211 раметів *Convallaria majalis*. Результати вимірювання фітомаси раметів та їх кількості на одиниці площі використовувались для визначення запасів сировини *Convallaria majalis* в досліджуваних фітоценозах [9].

Оцінка життєвості рослин *Convallaria majalis* в різних лісових угрупованнях Гетьманського НПП здійснювалась за класичною методикою віталітетного аналізу [5]. При цьому в складі популяцій визначалась частка рослин різних класів віталітету: високого (клас "а"), проміжного (клас "b") і низького (клас "с"). Також оцінена величина індексу якості ($Q = \frac{1}{2} (a + b)$) і належність популяцій до одного з трьох якісних типів: депресивного (Q від 0 до 0,166), рівноважного (Q від 0,167 до 0,332), процвітаючого (Q від 0,333 до 0,5) [4].

З врахуванням того, що умови освітленості мають суттєвий вплив на стан рослин, які зростають під наметом лісу, в досліджуваних фітоценозах була проведена оцінка рівня освітлення. Вимірювання проводились за допомогою люксметра «Ю116». На даному етапі вивчення в лісах, охоплених дослідженням, встановлена наявність суттєвого варіювання кількісних величин даного чинника. В зв'язку з цим, в кожному з фітоценозів на ділянках, що репрезентують різні ступені освітленості, додатково була оцінена кількість рослин *Convallaria majalis*, що зростають на одиниці площі, а також їх віталітетні характеристики.

Результати та їх обговорення

Рамети *Convallaria majalis*, що зростають в угрупованнях *Querceto – Pinetum convallariosum* та *Pinetum convallariosum* статистично достовірно ($p=0,005-0,001$) відрізняються за величинами провідних розмірних ознак (табл. 1). Відповідно, рослинам цього виду з кожного досліджуваного фітоценозу притаманні специфічні особливості морфологічної структури. Встановлено, що площа листової пластинки, маса листків та загальна фітомаса – це показники, які детермінують рівень віталітету раметів *Convallaria majalis*.

Ценопопуляції *Convallaria majalis* у різних лісових фітоценозах суттєво відрізняються і за кількістю рослин, що зростають на одиниці площі популяційного поля. Так, середні значення популяційної щільності для *Convallaria majalis* в

угрупованні *Pinetum convallariosum* дорівнюють $16,4 \pm 2,51$ раметів/м², а в *Querceto – Pinetum convallariosum* - $17,7 \pm 2,39$ раметів/м². Внаслідок наявних відмінностей у розмірі рослин, віталітетній структурі та популяційній щільності в різних фітоценозах на одиницю площі популяційного поля припадає і різний запас фітомаси *Convallaria majalis*. В угрупованні *Pinetum convallariosum* він становить $50,41$ г/м², а в *Querceto – Pinetum convallariosum* - $54,4$ г/м².

Таблиця 1

Середні значення деяких морфопараметрів *Convallaria majalis* у Гетьманському НПП

Показники	Назва угруповання		Статистична значущість
	<i>Pinetum convallariosum</i>	<i>Querceto – Pinetum convallariosum</i>	
Фітомаса (г)	$2,91 \pm 0,869$	$3,75 \pm 1,119$	p=0,001
Маса листків (г)	$1,82 \pm 0,547$	$1,99 \pm 0,464$	p=0,001
Висота (см)	$36,58 \pm 3,400$	$33,47 \pm 3,217$	p=0,001
Діаметр на рівні ґрунту (мм)	$2,85 \pm 0,461$	$3,09 \pm 0,642$	p=0,005
Площа листкової пластинки (мм ²)	$14851,39 \pm 4654,781$	$14489,3 \pm 3683,198$	p=0,001
Маса плодів (г)	$0,58 \pm 0,173$	$0,74 \pm 0,223$	p=0,005
Кількість плодів (шт)	$2,12 \pm 0,632$	$2,72 \pm 0,814$	p=0,005
Кількість квіток (шт)	$8,32 \pm 2,478$	$10,69 \pm 3,191$	p=0,005
Маса квіток (г)	$0,19 \pm 0,058$	$0,25 \pm 0,075$	p=0,005

З'ясовано, що ряд провідних ознак, які характеризують стан ценопопуляцій *Convallaria majalis*, проявляють статистично достовірну кореляцію. Зокрема, значення коефіцієнту кореляції для значень індексу якості та популяційної щільності становлять +0,92 (при p < 0,05) (табл.2).

Таблиця 2

Значення популяційної щільності раметів *Convallaria majalis* у трьох якісних типах популяції

Назва угруповання	Якісний тип популяції			Популяційна щільність, раметів/м ²
	депресивна (Q від 0 до 0,166)	рівноважна (Q від 0,167 до 0,332)	процвітаюча (Q від 0,333 до 0,5)	
<i>Pinetum convallariosum</i>	7 – 11	10 – 17	23 – 28	
<i>Querceto – Pinetum convallariosum</i>	8 – 15	16 – 18	21 – 31	

Встановлено, що рівень освітлення на досліджених ділянках знаходиться у межах від 450 до 1070 lx та відповідає зімкнутості деревостану 1 – 0,5 відповідно (рис.1). Кількість сонячного світла, що надходить під намет лісу належить до числа абіотичних факторів, що суттєво впливають на віталітетну структуру популяцій *Convallaria majalis* (рис. 2, 3). Це підтверджено і результатами кореляційного аналізу: значення коефіцієнту кореляції між індексом якості популяції та рівнем середнього освітлення сягають +0,93. Зазначений взаємозв'язок є статистично достовірним ($p < 0,05$).

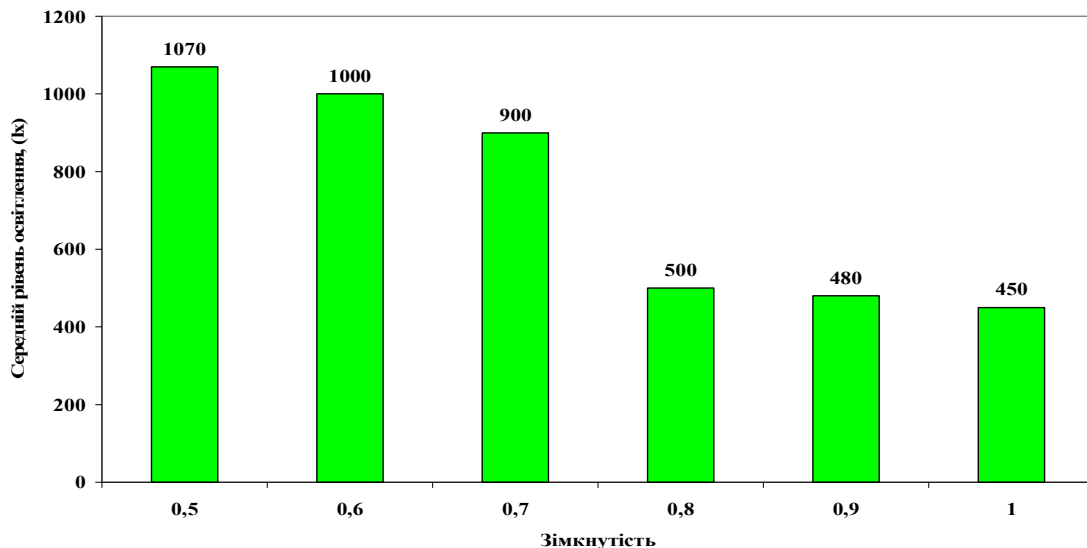


Рис. 1. Середній рівень освітлення на ділянках з визначеною зімкнутістю

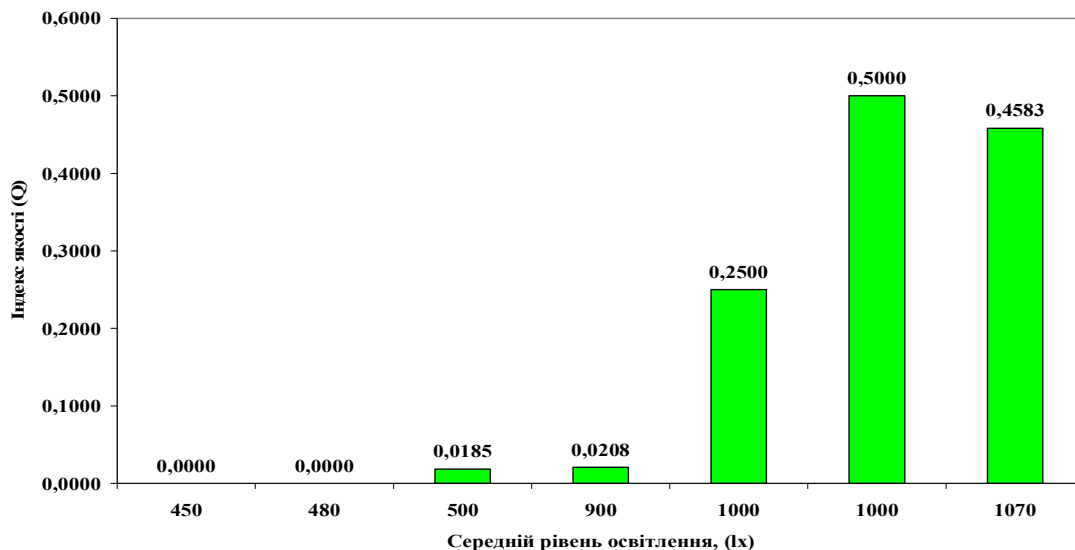


Рис. 2. Зміна значень індексу якості ценопопуляції *Convallaria majalis* на градієнті середнього рівня освітлення (угруповання *Pinetum convallariosum*)

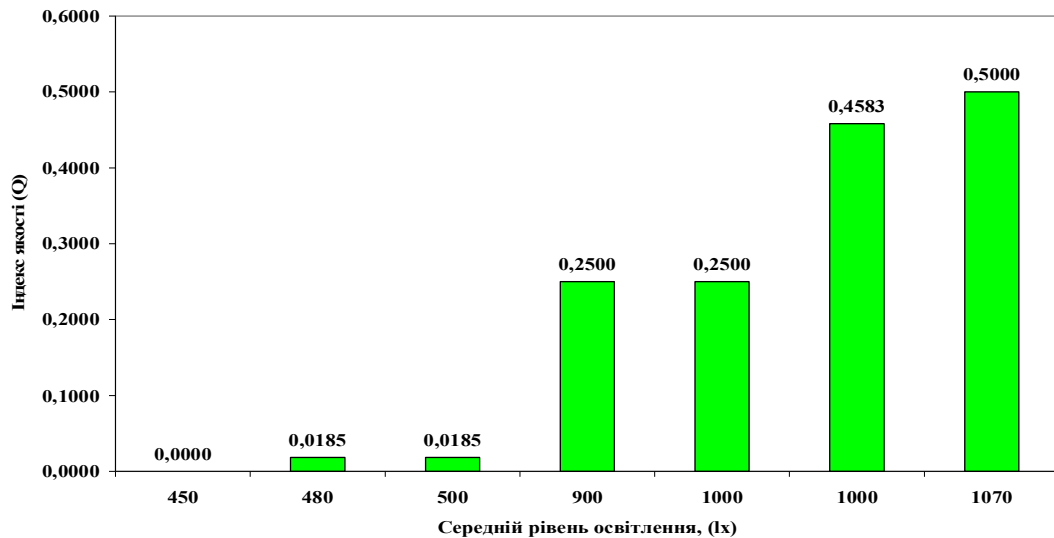


Рис. 3. Зміна значень індексу якості ценопопуляції *Convallaria majalis* на градієнті середнього рівня освітлення (угруповання *Querceto – Pinetum convallariosum*)

Критичним для ценопопуляції *Convallaria majalis* в угрупованні *Pinetum convallariosum* є середнє освітлення менше 1000 lx. При падінні середнього рівня освітлення нижче даного, спостерігається різке зменшення значення індексу популяції (Q) та перехід популяції в якісний тип депресивної (рис. 4). В угрупованні *Querceto – Pinetum convallariosum* критичним рівнем середнього освітлення є 900 lx. При падінні середнього рівня освітлення нижче даного показника також спостерігаємо зміну якісного типу популяції з рівноважної до депресивної.

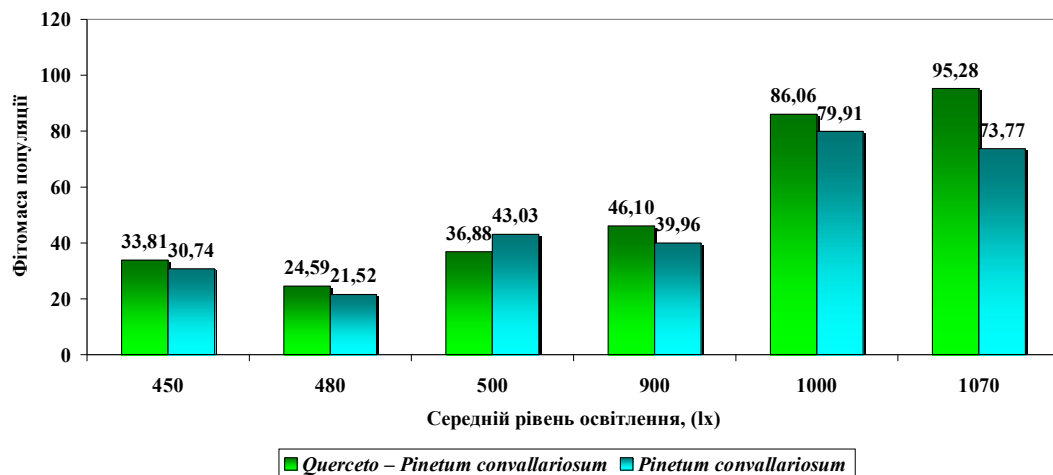


Рис. 4. Зміна фітомаси в популяціях на градієнті освітленості

Нами виявлена залежність між рівнем середнього освітлення та значенням фітомаси популяції. Так, в угрупованнях *Querceto – Pinetum convallariosum* та *Pinetum convallariosum* при падінні рівня освітлення нижче 1000 lx спостерігається зниження значення фітомаси популяції вдвічі.

Висновки

За результатами проведених досліджень визначено, що в угрупованнях *Querceto – Pinetum convallariosum* та *Pinetum convallariosum* головним абіотичним показником, що впливає на рівень віталітету *Convallaria majalis*, є рівень освітлення. Даний фактор також є детермінуючим щодо розміру фітомаси популяцій. Критичним для *Convallaria*

majalis є середнє освітлення менше 1000 lx. При падінні середнього рівня освітлення нижче даного спостерігається різке зменшення значення індексу популяції Q.

На основі проведених розрахунків можемо дати наступні рекомендації: дозволити помірний, контрольований збір рослин *Convallaria majalis* на ділянках, що мають рівень середнього освітлення вищий за 1000 lx та заборонити збір лікарської сировини на ділянках з рівнем середнього освітлення менше за 1000 lx. Також необхідно заборонити збір рослин на ділянках, де популяційна щільність менша за 10 раметів/м², для запобігання переходу популяції *Convallaria majalis* у категорію депресивної.

Література

1. Гетьманський національний природний парк : Літопис природи / [упоряд. М. П. Книш] // Міністерство екології та природних ресурсів України. – Тростянець. – 2013. – Т. 2. – 355 с.
2. Зависимость биологического запаса ландыша майского от полноты древостоя и типа лесорастительных условий / Е. Н. Гриник, В. П. Рябчук // материалы Международной научно-практической конференции ["Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование"], (Минск, 18–21 мая 2010 г.) / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, гос. ком. по науке и технологиям Республики Беларусь, Белорусский гос. технологический ун-т, – Минск, 2010. – Т. 1. – С. 154–157.
3. Злобин Ю. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения : монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, А. А. Клименко. – Сумы : Университетская книга, 2013. – 439 с.
4. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография / Ю. А. Злобин. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 263 с.
5. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Злобин Ю. А. – Казань : Изд-во Казанского университета, 1989. – 145 с.
6. Кацовец Е. В. Особенности ценопопуляций *Convallaria majalis* L. в составе фитоценозов (на примере Красносамарского лесного массива) / Е. В. Кацовец, Н. М. Матвеев // Вестн. СамГУ. – 2010, № 6(80), С. 192–195.
7. Лавренко Е. М. Полевая геоботаника. Т. 3 / Е. М. Лавренко, А. А. Корчагин, В. М. Понятовская. – М.-Л. : Изд-во Академии Наук СССР, 1964. – 530 с.
8. Особенности развития ценопопуляций ландыша майского (*Convallaria malalis* L.) в биосистемах степных лесов : материалы. междунар. конф. / О. А. Карпова // ["Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий"] Матер. междунар. конф. – Оренбург, 2001. – С. 112–113.
9. Работнов Т. А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии / Работнов Т. А. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1950. – С. 465–483.
10. Серебрякова Т. И. Изучение структуры и взаимоотношений ценопопуляций : методические разработки для студентов биологических специальностей / Т. И. Серебрякова – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1986. – 76.

Аннотация. Гудаков А. А. Детерминанты состояния популяций *Convallaria majalis* в сосновых лесах Гетманского национального парка. В статье приведена краткая характеристика Гетманского национального парка. Подана характеристика *Convallaria majalis*, как одного из доминантов травяно-кустарничкового яруса. Определены наиболее характерные для этой территории фитоценозы. Оценена принадлежность каждого сообщества к трём качественным типам ценопопуляций (депрессивному, равновесному, процветающему). Определены референсные значения некоторых морфометрических показателей *Convallaria majalis* (фитомасса, масса листьев, высота, диаметр, площадь листовой поверхности, масса плодов, масса цветков, количество плодов и количество цветков). Рассчитана популяционная плотность для двух наиболее распространённых сообществ, включающих *Convallaria majalis*. Опираясь на собственные исследования, определены оптимальные значения освещения и популяционной плотности для *Convallaria majalis* в составе Гетманского нацпарка. На основе полученных данных сделан вывод о состоянии популяций *Convallaria majalis* в наиболее распространённых лесных сообществах Гетманского национального парка. Опираясь на проведённое исследование, разработаны рекомендации по сбору *Convallaria majalis* на территории Гетманского национального парка.

Ключевые слова: Гетманский, виталитет, *Convallaria majalis*, популяционная плотность, популяционный анализ, освещение.

Summary. *Gudakov O. Determinants of the Convallaria majalis populations condition in the pine forests of the Hetman's national park.* In the article the short characteristic of Hetman's National Park is given. The characterization of Convallaria majalis, as one of the dominate species of herbaceous-shrub layer is supplied. The most representative phytocenosis for this territory is defined. Belonging of every cenosis to three qualitative types (depressive, balanced and prosperous) is estimated. A reference values of some morphometric parameters is defined for Convallaria majalis (phytomass, mass of leaves, height, diameter, leave area, mass of fruits, mass of flowers, amount of fruits and amount of flowers). Population density is calculated for two of more extended cenosis, that include Convallaria majalis. Based on our investigations the optimal values of lighting and population density are determined for Convallaria majalis as a part of Hetman's National Park. Based on obtained data it was concluded the state of Convallaria majalis populations in the most common xyliums of Hetman's National Park. Recommendations for Convallaria majalis collection on the territory of Hetman's National Park is given.

Key words: *Hetman's national park, vitality, Convallaria majalis, population density, population analysis, illumination.*

Сумський національний аграрний університет

Одержано редакцією

23.01.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК (612.825.5+612.825.1)::57.017.6

Н. С. Кожем'яко, С. А. Крижановський,
А. О. Чернінський, І. Г. Зима, І. Н. Карабань

ОСОБЛИВОСТІ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПРИ ХВОРОБІ ПАРКІНСОНА

Існує досить велика кількість досліджень, які вказують на зміни структури нейромереж стану спокою в результаті розвитку різноманітних нейродегенеративних захворювань. Однак дані щодо таких ефектів для хвороби Паркінсона залишаються суперечливими. На нашу думку, такі зміни можуть позначатись на базових характеристиках функціонального стану мозку, зокрема на його ЕЕГ-активності. Проведено співставлення спектральних потужностей основних частотних діапазонів ЕЕГ окремо для першої, другої та третьої хвилин стану спокою у пацієнтів з хворобою Паркінсона (ХП) та здорових людей середнього та похилого віку. В обстежених групах результатом природного старіння було зниження потужності ЕЕГ-піддіапазонів 4-6 Гц, 6-8 Гц, 9,5-11 Гц та 11-13 Гц. У пацієнтів з хворобою Паркінсона не було виявлено значущих відмінностей для тета-2 піддіапазону (6-8 Гц), що були характерними для контрольної групи на другій і третій хвилині стану спокою. Показано, що в групі хворих тільки на третій хвилині стану спокою потужність тета-2 діапазону була значущо вищою, ніж у здорових обстежуваних. Такі відмінності виявлялись переважно в лівій півкулі головного мозку. Отримані дані можуть вказувати на більш швидке поглиблення стану спокою і зниження рівня активації неокортексу у людей з хворобою Паркінсона.

Ключові слова: хвороба Паркінсона, ЕЕГ стану спокою, тета-діапазон, спектральна потужність, старіння

Постановка проблеми. Хвороба Паркінсона – це одне з найпоширеніших нейродегенеративних захворювань нашого часу. Багато досліджень спрямовано на боротьбу з цим захворюванням. Одним з головних напрямків дослідження цієї проблеми є пошук швидких, зручних та точних методів діагностики ХП [3, 4].

На сьогоднішній день накопичено значну кількість даних про зміни структури ЕЕГ людини в ході розвитку даного захворювання [6, 7]. На думку більшості науковців, участь підкіркових структур в генерації і модуляції основних ритмів ЕЕГ – є беззаперечною, що підтверджується експериментальними роботами [5]. Проте доцільність застосування ЕЕГ методів в діагностиці ХП до цих пір не вирішена. На сьогоднішній день мало робіт, які давали б відповідь на це питання [1]. У різних літературних джерелах є дані, що зміни ЕЕГ показників у пацієнтів з ХП виявляються в 30-40% випадках [6]. Зміни біоелектричної активності мозку в більшості випадків мають дифузний характер і, очевидно, обумовлені порушенням багатьох нейротрансмітерних систем: дофамінергічної, холінергічної (особливо при ХП з деменцією), серотонінергічної, норепінефрічної та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В цілому ЕЕГ-картина у пацієнтів з ХП характеризується зниженням реактивності, міжпівкульної асиметрії амплітуд, швидких складових спектра ЕЕГ, сповільненням основного ритму і тенденцією до появи низькочастотних ритмів [7]; рідше відмічається тенденція до десинхронізації фоновой ЕЕГ з дуже великою за частотою біоелектричною активністю [3].

Потужність α -ритму в основному знижується, рідше підвищується до 100 мкВ і більше [8]. Іноді α -ритм може бути відсутнім (це особливо характерно для пацієнтів з довготривалим перебігом захворювання). Серед повільних ритмів особливо збільшується представленість θ -ритму, найбільш характерного для акінетичних форм захворювання [3].

З наростанням тяжкості клінічних проявів захворювання підвищується вплив деактивуючих мозкових систем, наростає представленість повільних ритмів і знижується – швидких [3, 7]. А. Morita і співавтори показали, що спектральний індекс (сума абсолютних потужностей α - і β -ритмів, поділених на суму потужностей повільних ритмів) по всіх відведеннях ЕЕГ достовірно зменшується в міру прогресування захворювання (збільшення стадії за шкалою Hoehn and Yahr) [6]. Сповільнення фонові активності особливо часто зустрічається у пацієнтів з постуральними порушеннями [9]. Однак подібні, хоч і менш виражені, перебудови ритмічної структури ЕЕГ характерні також і для нормального старіння, на фоні якого в більшості випадків розвивається ХП [4]. Відповідно, окремою проблемою є встановлення взаємодії цих двох процесів та їх специфічного відображення в активності мозку.

Зауважимо, що в більшості досліджень використовується усереднена спектрально-потужнісна ЕЕГ характеристика стану спокою пацієнтів. Таким чином, поза увагою залишаються динамічні характеристики мозкової активності, які дають можливість оцінювати флуктуації функціонального стану мозку в часі. Так, при аналізі коротких часових інтервалів (до 10 с) було встановлено, що для пацієнтів з ХП характерна дезорганізація основного ритму спокою, яка полягала у появі в різні моменти спалахів активності у відносно широкому діапазоні частот [2]. В той же час залишається відкритим питання про те, наскільки стабільними є ці особливості ЕЕГ і чи зберігаються вони при змінах функціонального стану мозку.

Виходячи з актуальності проблеми, малої кількості досліджень в цій області та відсутності спільної думки серед наукової спільноти стосовно цього питання було вирішено провести співставлення динаміки спектрально-потужнісних характеристик ЕЕГ здорових обстежуваних юнацького та пізнього дорослого віку і пацієнтів з ХП пізнього дорослого віку.

Мета статті. Встановити особливості вікових змін динаміки спектральної потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ протягом 3 хвилин стану спокою в нормі та при хворобі Паркінсона.

Методика

Процедура обстеження полягала в реєстрації ЕЕГ обстежуваних у стані спокою із заплющеними очима.

В дослідженні брали участь 68 обстежуваних, яких було поділено на три групи. До I групи – контроль молодого віку, входили 26 обстежуваних, що не мали ХП, віком від 18 до 22 років, з яких 17 жіночої статі і 9 чоловічої; II групу – контроль похилого віку, склали 17 обстежуваних, що не мали ХП, віком від 47 до 63 року, з них 9 жіночої статі і 8 чоловічої; до III групи увійшли 25 обстежуваних з ХП (стадія захворювання 1.5-3.0 за шкалою Hoehn and Yahr) віком від 47 до 63 року, з них 15 жіночої статі і 10 чоловічої.

Електричну активність головного мозку реєстрували за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом» (Харків). Активні електроди розташовували за міжнародною системою 10-20%. Електроенцефалограма реєструвалась моно полярно у наступних стандартних відведеннях: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2, Fz, Cz, Pz. У якості референтного використовували об'єднаний вушний електрод (A1, A2). Частота дискретизації аналогового сигналу – 500 Гц, смуга пропускання - 0,3-45 Гц. Артефакти знаходили і усували за допомогою візуального аналізу та аналізу незалежних компонент (ICA). Для аналізу спектрального складу енцефалограми застосовували швидке перетворення Фур'є. Під час аналізу ЕЕГ записів визначалась спектральна потужність таких піддіапазонів: $\theta 1$ (4,0-6,0 Гц), $\theta 2$ (6,0-

7,5 Гц), $\alpha 1$ (7,51-9,5 Гц), $\alpha 2$ (9,51-11,0 Гц), $\alpha 3$ (11,0-13,0 Гц), $\beta 1$ (13,1-20,0 Гц), $\beta 2$ (20,1-35,0 Гц).

Під час реєстрації ЕЕГ обстежувані знаходились у зручному кріслі в положенні напівлежачі, із заплющеними очима. Запис ЕЕГ починали одразу після закривання очей. Для подальшого аналізу відбирались 20-секундні проміжки часу першої хвилини (20-40 с), другої хвилини (80-100 с) і третьої хвилини (140-160 с) стану спокою.

Статистична обробка даних здійснювалася у пакеті програми «STATISTICA 8.0» (Stat Soft, США). Для аналізу виду розподілу даних був використаний W критерій Шапіро-Уїлка ($n \leq 50$). Оскільки розподіл даних був ненормальним, порівняння вибірок проводилося за допомогою непараметричного критерію Манна-Вітні. Розраховували медіану, верхній і нижній квартилі спектральних потужностей окремих піддіапазонів ЕЕГ. Розглядали лише ті зміни ЕЕГ-параметрів, які відповідали рівню значущості $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Співставлення отриманих даних виявило значущі відмінності між спектральними потужностями різних піддіапазонів у парних порівняннях II і I групи, III і I групи, III і II групи.

При порівнянні енцефалограм II і I груп (здорових людей різних вікових груп, Рис. 1) було встановлено наявність значущих відмінностей між спектральними потужностями θ - і α -діапазону. А саме спектральна потужність піддіапазонів від 4 до 6 Гц θ -діапазону, від 9,51 до 11 Гц і від 11 до 13 Гц α -діапазону були значуще нижчими в II групі в порівнянні з I групою. Такі відмінності реєструвалися в майже всіх відведеннях енцефалограми і протягом всіх проміжків часу, що бралися до уваги.

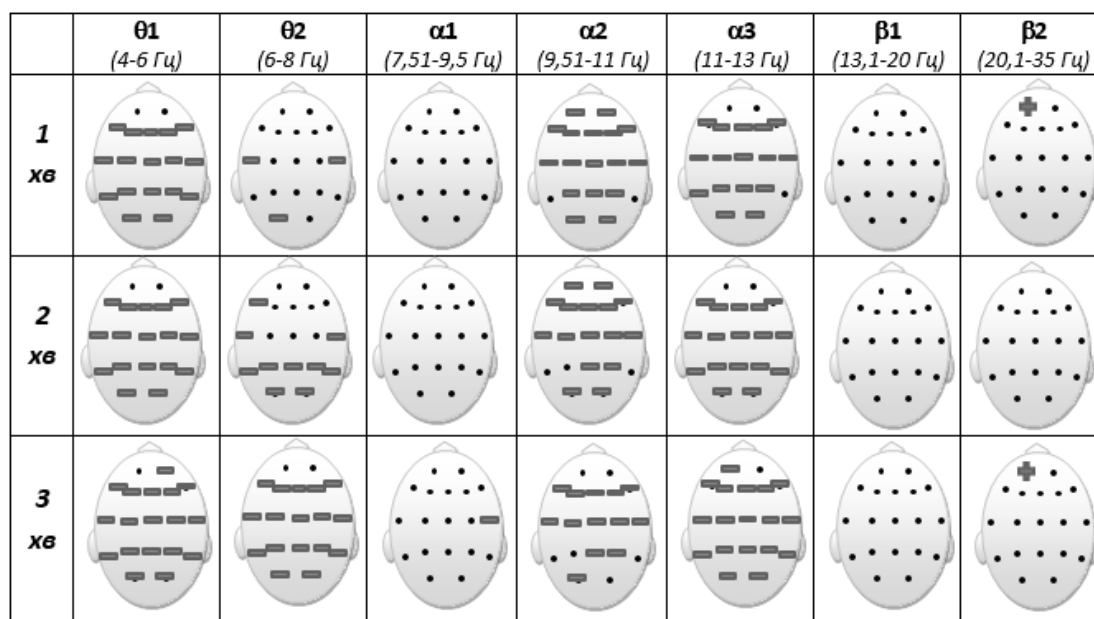


Рис. 1. Відмінності у спектральних потужностях піддіапазонів між II і I групою

Примітка:

- + більша спектральна потужність піддіапазону у II групі ($p < 0,05$);
- менша спектральна потужність піддіапазону у II групі ($p < 0,05$).

Також спостерігались значущі відмінності спектральної потужності височастотного θ -піддіапазону, що проявлялись так само нижчою спектральною потужністю у II групі порівняно з I групою, однак ці відмінності не були стабільними в часі. Впродовж першої хвилини вони реєструвалися лише в трьох відведеннях (Т3, Т4,

О1), на 20-ти секундному проміжку другої хвилини ці відмінності було встановлено між десятима відведеннями скроневих, тім'яних і потиличних ділянок кори головного мозку. Впродовж третьої хвилини відмінності поширилися на переважну більшість відведень.

Таким чином, у осіб похилого віку порівняно з молодими обстежуваними відбувалось зниження потужності коливань у широкому діапазоні частот, однак часові відмінності між цими двома групами були виражені досить слабо і проявлялись фактично лише протягом першої хвилини стану спокою. Можне припустити, що процеси нормального старіння, які супроводжуються нейродегенерацією (і, зокрема, зменшенням кількості нейронів нігрістріарного тракту, як і при ХП), незначно впливають на динаміку електричної активності мозку в ході розгортання механізмів забезпечення стану спокою.

Порівняння електроенцефалограм обстежуваних III і I груп, тобто пацієнтів з ХП та здорових молодих обстежуваних (Рис. 2) дало можливість виявити значущі відмінності між спектральними потужностями $\theta 1$ -, $\alpha 2$ - і $\alpha 3$ -піддіапазонів протягом всього часу обстеження, які майже повністю повторюють відмінності зареєстровані при порівнянні II і I груп.

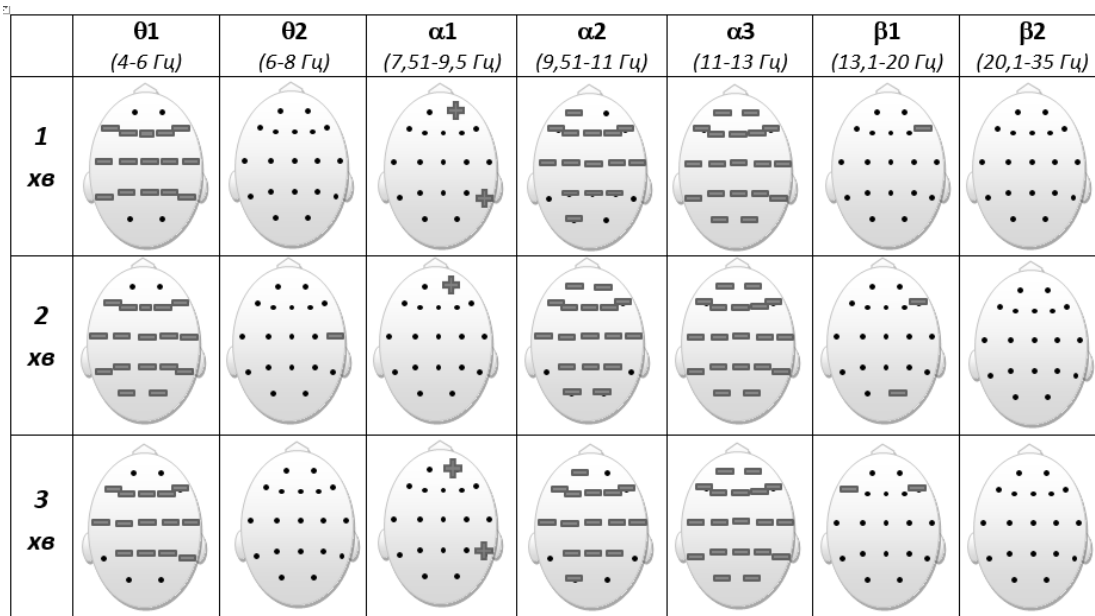


Рис. 2. Відмінності у спектральних потужностях піддіапазонів між III і I групою

Примітка:

+ більша спектральна потужність піддіапазону у групі з ХП ($p \leq 0,05$);

– менша спектральна потужність піддіапазону у групі з ХП ($p \leq 0,05$).

Проте, на відміну від попереднього співставлення, порівняння енцефалограм III і I групи фактично не виявило значущих відмінностей спектральної потужності $\theta 2$ -діапазону (6-8 Гц). Також реєструвалися локальні відмінності між спектральними потужностями $\alpha 1$ -діапазону, що полягали у більшій спектральній потужності у правих префронтальних і темпоральних відведеннях, та $\beta 1$ -піддіапазону, які пов'язані з меншою спектральною потужністю у фронтальних і окципітальних відведеннях. Отже, найбільш виразним наслідком розвитку ХП виявилась відсутність характерного для нормальних вікових змін зниження високочастотної тета-активності мозку.

В результаті порівняння електроенцефалограм обстежуваних II і III груп, тобто пацієнтів з ХП та здорових обстежуваних такого ж віку (Рис. 3), значущі відмінності були зареєстровані переважно на третій хвилині стану спокою. Протягом перших двох

хвилинах відмічалися лише вищі значення потужності $\theta 1$ -піддіапазону у відведенні Т5 і нижчі – в β -діапазоні фронтально-скроневих зон лівої півкулі. В той же час на третій хвилині реєструється збільшена потужності $\theta 1$ -піддіапазону у відведенні Т5, $\theta 2$ -піддіапазону в більшості відведень лівої півкулі та центральних ділянках і $\alpha 1$ -піддіапазону – у відведення Cz і C4. Варто підкреслити, що виявлені відмінності стосувались переважно лівої півкулі головного мозку.

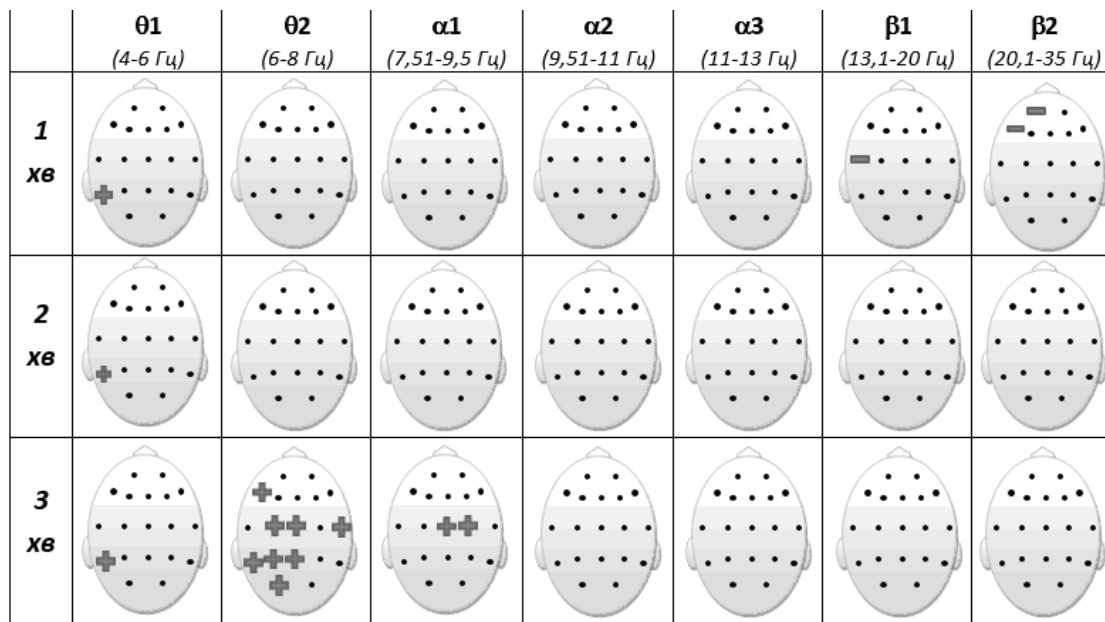


Рис.3. Відмінності у спектральних потужностях піддіапазонів між III і II групою
Примітка:

- + більша спектральна потужність піддіапазону у групі з ХП ($p \leq 0,05$);
- менша спектральна потужність піддіапазону у групі з ХП ($p \leq 0,05$).

Таким чином, було встановлено, що розвиток ХП призводить до зникнення частини особливостей в динаміці ЕЕГ-характеристик стану спокою, притаманних природнім віковим змінам мозкової активності – зниження потужності коливань в діапазоні 6-8 Гц. Нормальне старіння можна розглядати як своєрідну модель нейродегенеративних процесів, оскільки відомо, що з віком відбувається поступове зменшення кількості нейронів різних структур головного мозку, в тому числі і нейронів нігрістріарного тракту. У випадку патології клінічні прояви ХП з'являються при досягненні певного порогового рівня дегенерації – зникає 50-60 % нейронів чорної субстанції і 70-80 % їх аксонів у стріатумі [4]. До цього моменту втрати компенсуються за рахунок підвищення активності інших нейронів. Спільний напрямок структурних змін в мозку здорових і хворих людей може пояснювати той факт, що в обох групах було виявлено велику кількість ідентичних відмінностей від контрольної групи молодого віку. Зростання ж вираженості $\theta 2$ -піддіапазону при ХП (а точніше, відсутність її вікового зменшення) можна розглядати як прямий або опосередкований результат недостатності компенсаторних процесів на рівні нігрістріарної системи.

Одержані результати добре узгоджується з даними про структуру джерел ЕЕГ-активності на фоні розвитку нейродегенеративних захворювань. Було встановлено, що і при хворобі Альцгеймера, і при ХП знижується активність джерел низькочастотної α -активності у задніх ділянках неокортексу, причому чим менше дана активність, тим більше у пацієнтів виражені когнітивні порушення [8]. У осіб з ХП також було виявлено зміни джерел δ -активності в центральних та θ – у задніх областях. Таким чином, перебудови низькочастотних складових ЕЕГ-спектру можуть бути специфічною

особливістю ХП, що до певним чином відрізняє її від інших захворювань подібного генезу.

Результатом таких перебудов кортикальних генераторів може бути уповільнення фонові ритмики ЕЕГ при ХП. Так, використання вейвлет-аналізу дозволило встановити, що навіть на короткотривалих фрагментах ЕЕГ при ХП спостерігається дезорганізація основного ритму ЕЕГ, поява спалахів коливань різної частоти та загальна тенденція до зсуву активності у бік низьких частот [2]. У лонгітудинальному дослідженні, яке тривало протягом 4 років, було продемонстровано значуще зниження частоти домінуючого ритму у пацієнтів з ХП, тоді як у здорових людей такі зміни не фіксувались [10]. Відповідно, такі зміни призводили у пацієнтів до росту потужності θ -діапазону на фоні депресії $\alpha 1$ - та $\alpha 2$ -діапазонів, причому незалежно від віку обстежуваних. При цьому зниження когнітивних функцій було пов'язане з усіма цими змінами, а от посилення моторних порушень корелювало виключно зі змінами θ -активності. Тому для останніх можна припустити наявність зв'язку з первинними причинами ХП.

Отже, виявлене в нашому дослідженні збільшення потужності $\theta 2$ -піддіапазону може бути проявом реакції синхронізації, тобто зростання амплітуди ритму спокою, частота якого була знижена внаслідок розвитку захворювання. У такому випадку можна говорити, що для пацієнтів з ХП характерне більш значне, ніж в нормі, зниження рівня активації головного мозку у стані спокою із заплющеними очима. Слід також зауважити, що такі відмінності виявляються не одразу, а через 1-2 хвилини, тобто існує певний період, протягом якого специфічні особливості ЕЕГ пацієнтів виявити важко. Тому, на нашу думку, пошук маркерів біологічної активності головного мозку у хворих на ХП необхідно вести з урахуванням описаної динамічності спектрально-потужнісних характеристик ЕЕГ.

Висновки

1. В нормі вікові зміни ЕЕГ-активності пов'язані насамперед зі зменшенням спектральної потужності $\theta 1$ -, $\theta 2$ -, $\alpha 2$ - та $\alpha 3$ -піддіапазонів. Ці зміни реєструються у більшості ділянок кори і спостерігаються протягом усього періоду спокою обстежуваних.

2. У хворих на хворобу Паркінсона не виявлено характерного для нормального старіння зниження потужності $\theta 2$ -піддіапазону. Значущі відмінності від групи здорових обстежуваних реєструються переважно у відведеннях лівої півкулі головного мозку.

3. Підвищена низькочастотна активність у пацієнтів з хворобою Паркінсона відсутня протягом перших двох хвилин стану спокою і проявляється тільки на третій хвилині.

Література

1. Аракелян Р.К. Особенности пространственной организации ЭЭГ при использовании амантадин-сульфата у больных болезнью Паркинсона и в эксперименте / Автореферат дис. канд. мед. наук. – М. – 2004. – 28 с.
2. Габова А.В. Использование вейвлет-преобразований для анализа электрической активности мозга при болезни Паркинсона / А. В. Габова, В.В.Гнездицкий, А.В. Карабанов и др. // Атмосфера. Нервные болезни. – 2012. – № 3. – С. 2-7.
3. Крыжановский Г. Н. Болезнь Паркинсона / Крыжановский Г. Н., Карабань И. Н., Магаева С. В. и др. // М.: Медицина. – 2002. – 336 с.
4. Завалишин И.А. Нейродегенеративные болезни и старение / Завалишин И.А., Яхно Н.Н., Гаврилова С.И. // М: МЕДпресс. – 2001. – 454 с.
5. Фокина Ю.О. Вероятные механизмы генерации электроэнцефалограммы / Фокина Ю.О., Павленко В. Б., Куличенко А. М. // Учебные записки. – 2007. – № 4. – С.96– 108.
6. Morita A. Relationship between slowing of the EEG and cognitive impairment in Parkinson disease / Morita A., Kamei S., Mizutani T. // J. Clin. Neurophysiol. – 2011. – Vol. 28, № 4. – P.384-387.

7. Serizawa K. Comparison of quantitative EEGs between Parkinson disease and age-adjusted normal controls / Serizawa K., Kamei S., Morita A. et al. // J. Clin. Neurophysiol. – 2008. – Vol. 25, № 6. – P.361-366
8. Babiloni C. Cortical sources of resting state electroencephalographic rhythms in Parkinson's disease related dementia and Alzheimer's disease / Babiloni C., De Pandis M., Vecchio F. et al. // Clin. Neurophysiol. – 2011. – Vol. 122, № 12. – P.2355-2364.
9. Michalowska M. Analysis of causes for falls in people with Parkinson's disease / Michalowska M., Krygowska-Wajs A., Jedynecka U. et al. // Neurol. Neurochir. Pol. – 2002. - № 36. – P.57-68.
10. Olde Dubbelink K. T. Cognitive decline in Parkinson's disease is associated with slowing of resting-state brain activity: a longitudinal study / Olde Dubbelink K. T., Stoffers D., Deijen J. B. et. al. // Neurobiol Aging. – 2013. – Vol. 34(2). – P. 408-418.

Аннотация. *Кожемяко Н. С., Крижановский С. А., Чернинский А. А., Зима И. Г., Карабань И. Н. Особенности биоэлектрической активности головного мозга при болезни Паркинсона.* Существует достаточно большое количество исследований, которые указывают на изменения структуры нейросетей состояния покоя в результате развития разнообразных нейродегенеративных заболеваний. Но данные относительно таких эффектов для болезни Паркинсона остаются спорными. С нашей точки зрения, такие изменения могут сказываться на базовых характеристиках функционального состояния мозга, в том числе и на его ЭЭГ-активности. Проведено сопоставление спектральных мощностей основных частотных диапазонов ЭЭГ отдельно для первой, второй и третьей минуты состояния покоя у пациентов с болезнью Паркинсона (БП) и здоровых людей молодого и пожилого возраста. В обследованных группах результатом естественного старения было снижение мощности ЭЭГ-поддиапазонов 4-6 Гц, 6-8 Гц, 9,5-11 Гц и 11-13 Гц. У пациентов с Болезнью Паркинсона не было выявлено значимых отличий для тета-2 поддиапазона (6-8 Гц), что были характерными для контрольной группы на второй и третьей минуте состояния покоя. Показано, что в группе больных только на третьей минуте мощность тета-2 поддиапазона была значимо выше, чем у здоровых обследованных. Такие отличия регистрировались в большинстве случаев в левом полушарии головного мозга. Полученные данные могут указывать на более быстрое углубление состояния покоя и снижение уровня активации неокортекса у людей с болезнью Паркинсона.

Ключевые слова: *болезнь Паркинсона, ЭЭГ состояния покоя, тета-диапазон, спектральная мощность, старение*

Summary. *Kozhemyako N. S., Kryzhanovskyi S. A., Cherninskyi A. O., Zyma I. G., Karaban I. N. Features of brain bioelectrical activity in Parkinson's disease.* There is a high range of investigations that show changes of networks structure in the rest state as a result of progress of many difference diseases. But there are no experimental data that gives us a generally accept point of view about effects of Parkinson's disease. In our opinion such changes may affect basic functional brain state characteristics, such as EEG-activity of brain. We made a comparison of spectral power of basic EEG frequency ranges independently for first, second and third minutes of the resting state in patients with Parkinson's disease and healthy patients in the early and late adult age. In experimental groups the result of natural aging was the reduction of power EEG-ranges 4-6 Hz, 6-8 Hz, 9,5-11 Hz and 11-13 Hz. There weren't significant differences in theta2 band (6-8 Hz) in patients with Parkinson's disease, in the control group significant differences in this EEG band were typical on the second and third minute of the resting state. It was shown, in group of patients with Parkinson's disease only in third minute of the resting state the power of theta2 band (6-8 Hz) were significantly higher than in healthy patients. These differences were registered in most cases in the left cerebral hemisphere. This experimental data points to more quickly intensification of the rest state and the reduction of neocortex activity in patients with Parkinson's disease.

Key words: *Parkinson's disease, resting state EEG, theta band, spectral power, aging.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією

21.02.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК 574.57 (477.46)

В.А. Конограй

ТИПОЛОГІЧНА СХЕМА ГЕОКОМПЛЕКСІВ ТЕРИТОРІЇ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

У статті представлені результати типологічної диференціації геокомплексів території Кременчуцького водосховища. Розроблена типологічна схема геокомплексів території водосховища. В основу виділення геокомплексів покладені ознаки їх приуроченості до частин водосховища (клас); походження і ступінь затоплення новоутворених геокомплексів та їх розташування (група, сектор, ряд); геоморфологічні особливості та тривалість затоплення (ланка). У результаті проведеної роботи з диференціації геокомплексів території Кременчуцького водосховища створена типологічна схема, яка включає 9 ланок, які об'єднані в 6 секторів, 4 ряди, 3 класи 2 групи та відносяться до типу геокомплексів штучних водосховищ. Вона використана для з'ясування територіальної приуроченості синтаксонів та оцінки фітоценотичного багатства геокомплексів, виявлення масштабів змін рослинного покриву. За зайнятими площами переважають геокомплексні мілководних ділянок. Найменші території займають геокомплексні сектори островів залишків борової тераси. Найбільш трансформованою після заповнення водосховища виявилася рослинність заплавної тераси, найменше – островів залишків борової тераси. Найвищим фітоценотичним різноманіттям відзначаються геокомплексні верхньої частини водосховища, найнижчим – нижньої.

Ключові слова: геокомплекс, типологічна схема геокомплексів, територіальна диференціація рослинних угруповань.

Постановка проблеми. Геоботанічне вивчення рослинного покриву території Кременчуцького водосховища передбачає встановлення його синтаксономічного складу, закономірностей територіальної диференціації та динаміки. Вирішальним фактором розподілу рослинних угруповань є комплекс абіотичних чинників, що визначають особливості екотопів, останні обумовлюють різноманітність флористичного складу.

Типологічна схема геокомплексів дозволяє більш коректно з'ясувати територіальний розподіл синтаксонів та виявити їх закономірності, з оцінкою фітоценотичного багатства різних ділянок. Вона також відображає, зокрема, і новітні зміни геокомплексів, які відбуваються під впливом коливання рівня води у водосховищі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Типологічні схеми геокомплексів розроблені переважно для більшості природних екосистем [3, 5], для територій водосховищ вони і досі відсутні. Зважаючи на те, що водосховища створюються у річкових системах, для розроблення схеми геокомплексів штучних гідрооб'єктів були використанні підходи побудови їх для річкових долин [1, 2]. Класифікація ландшафтів розроблена з використанням геоморфологічних ознак річково-долинних ландшафтів, які на думку Єленевського Р. А. відображають специфічні особливості ландшафтоутворюючих процесів і є основними показниками особливостей ґрунтового і, відповідно, рослинного покриву [4]. Польові дослідження проводились протягом 2005-2011 рр. на території Кременчуцького водосховища традиційними методами (детально-маршрутний, рекогносцирувальний, а також – еколого-ценотичного профілювання).

Мета статті. Розробити типологічну схему геокомплексів, яка буде використана для з'ясування територіальної приуроченості синтаксонів та оцінки фітоценотичного багатства геокомплексів, виявлення масштабів змін рослинного покриву. Вона може

бути використана і для інших питань, що стосуються закономірностей територіального розподілу фіторізноманіття в штучних водосховищах.

Результати та їх обговорення

У Кременчуцькому водосховищі після його заповнення збереглися риси парагенетичних ландшафтів колишньої долини р. Дніпро лише у верхній та частково середній його частинах. Вони після наповнення водосховища до проектного рівня зазнали змін. В основу виділення (рис. 1, 2) геокомплексів покладені ознаки їх приуроченості до частин водосховища (клас); походження і ступінь затоплення новоутворених геокомплексів та їх розташування (група, сектор, ряд); геоморфологічні особливості та тривалість затоплення (ланка) [3, 5, 6]. До території водосховища віднесені прибережні смуги, які потрапляють під безпосередній вплив коливання рівня води, острівні ділянки, які є залишками заплавної та борової тераси та акваторія.

Тип об'єднує геокомплекси рівнинних штучних водосховищ річок, що характеризуються однаковими стадіями затоплення заплав та формуванням своєрідних ландшафтів під впливом постійного коливання рівня води протягом року.

Кременчуцьке водосховище характеризується певними особливостями на відрізку верхньої, середньої і нижньої його частин. Клас геокомплексів верхньої частини відзначається найбільшими площами ділянок залишків заплавної тераси, островами залишками борової тераси та алювіального походження. Вона також характеризується значними площами прибережних, периферійних та центральних мілководь. Фітоценотичне багатство цієї частини водосховища є найвищим 45 асоціацій.

У класі геокомплексів середньої частини переважають острови залишки борової тераси, а також алювіального походження, в цій частині вони займають дещо менші площі, ніж у попередній. Периферійні мілководні геокомплекси займають більші площі, центральні мілководні геокомплекси – менші. Фітоценотичне різноманіття представлене 32 асоціаціями, що пояснюється меншими площами окремих екотопів.

Клас геокомплексів нижньої частини відзначається найменшими площами периферійних мілководних ділянок та майже повною відсутністю острівних геокомплексів залишків заплавної та борової тераси. Фітоценотичне багатство цієї частини водосховища є найменшим лише 15 асоціацій, що зумовлено відсутністю значних територій мілководних ділянок та рівнинних тимчасово затоплюваних геокомплексів.

Кожний клас геокомплексів за ознакою приналежності до водних або наземних екотопів поділена на групи: наземних і водних, які поєднують відповідні ландшафти.

Структурні одиниці нижчого рангу (ряд, сектор, ланка) відображають поділ ландшафтів на елементи за певними ознаками.

Ряд наземних геокомплексів об'єднує подібні за походженням не затоплені частини терас, новостворені алювіальні острови та сформовані прибережні ділянки водосховища, які утворилися після його заповнення. До ряду водних геокомплексів входять відповідно ділянки периферійної та центральної частини водосховища.

Сектор об'єднує геокомплекси однорідних за походженням ділянок, що відрізняються особливостями мезорельєфу (залишки заплавної та борової тераси, острови алювіального походження лівого та правого берега). До сектору водних геокомплексів належать ділянки русла р. Дніпро та його рукавів, затоплені заплавні та борові ділянки, затоплені гирлові частини його приток – Росі, Сули, Супою, Вільшанки, Цибульника, Золотоношки.

Ланка об'єднує геокомплекси однорідних за походженням ділянок за ознакою мікрорельєфу та ступенем затоплення: підвищені, погорбовані, тимчасово та постійно

затоплювані. Водні ланки включають позаострівні та приострівні ділянки, острівні водойми та міжострівні водотоки.

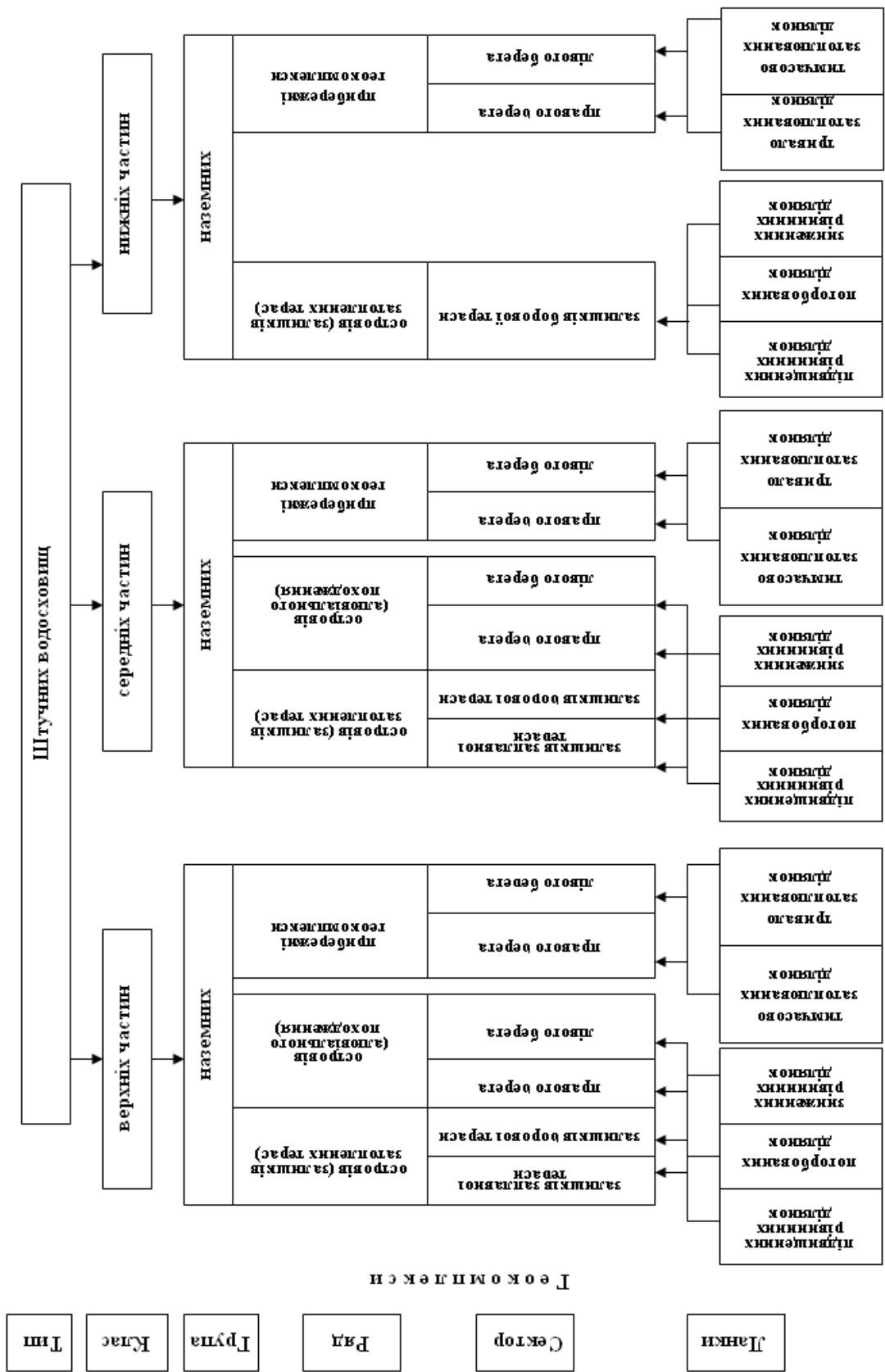


Рис. 1. Типологічна схема наземних геокомплексів (на прикладі території Кременчуцького водосховища)

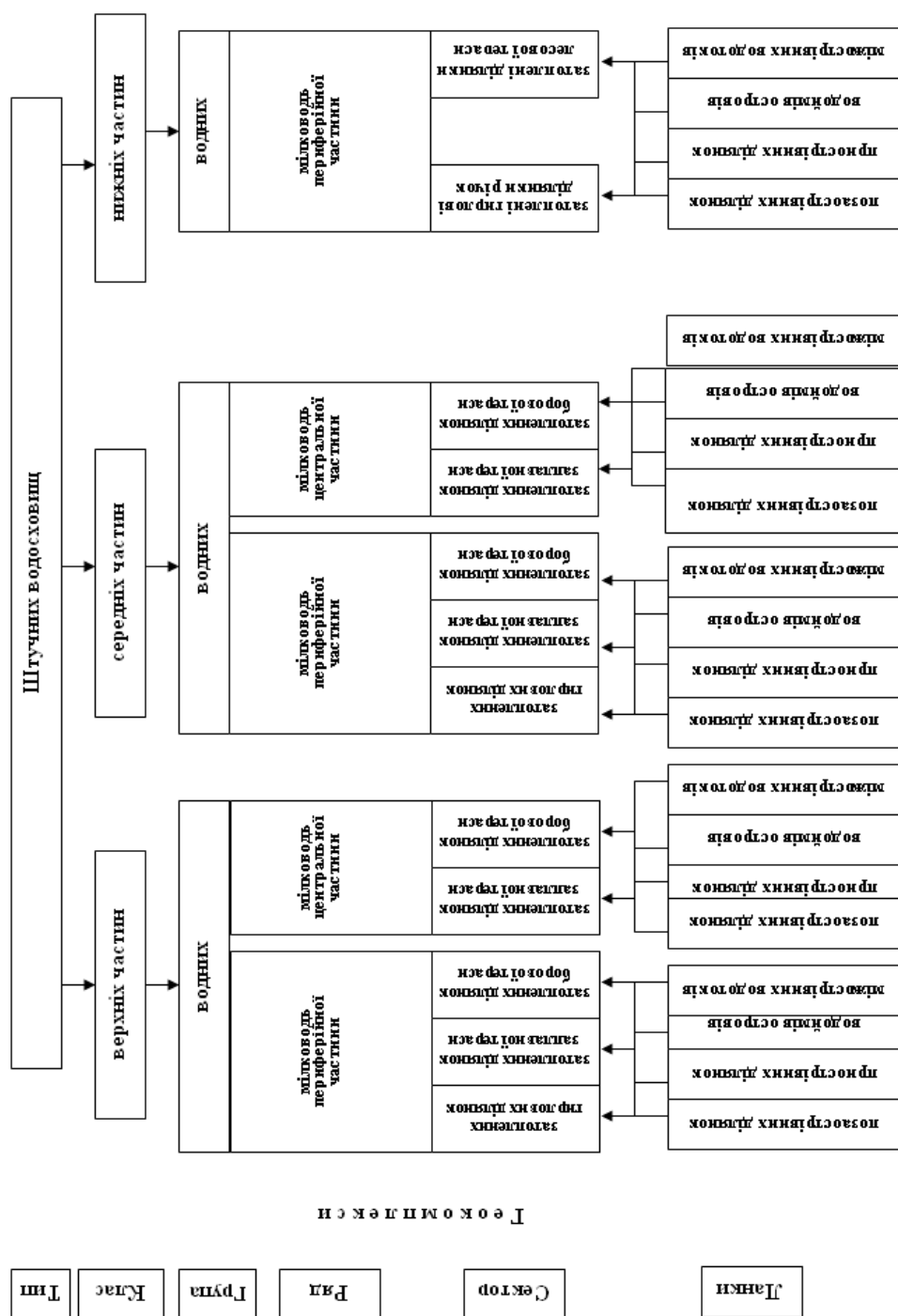


Рис. 2. Типологічна схема водних геокмплексів (на прикладі території Кременчуцького водосховища)

Висновки

У результаті проведеної роботи з типологічної диференціації геокмплексів території Кременчуцького водосховища виділено 9 ланок, які об'єднані в 6 секторів, 4 ряди, 3 класи 2 групи та 1 тип.

Встановлено, що за зайнятими площами переважають геокмплекси мілководних ділянок. Найменші – геокмплекси секторів островів залишків борової тераси. Найбільш трансформованою після заповнення водосховища виявилася рослинність заплавної тераси, найменше – островів залишків борової тераси.

Найвищим фітоценотичним різноманіттям відзначаються геокмплекси верхньої частини водосховища, найнижчим – нижньої.

Література

1. Вендров С. Л. О русловых процессах на Больших водохранилищах / С. Л. Вендров / Русловые процессы. – М., 1958. – С. 48–56.
2. Гродзінський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і прості. Монографія. У 2-х т. / М. Д. Гродзінський – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – Т.1. – 431 с.
3. Дубына Д. В. Плавни Причорномор'я / Д. В. Дубина, Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Наук. думка, 1989. – 272 с.
4. Еленевский Р. А. Вопросы изучения и освоения речных пойм. – ВАСХНИЛ 1957. – 129 с.
5. Куземко А. А. Рослинність долини річки Рось: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.05 «ботаніка» / А. А. Куземко. – К., 2003. – 20 с.
6. Матарзин Ю. М. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ / Ю. М. Матарзин, И. К. Мацкевич // Вопросы формирования водохранилищ и их влияния на природу и хозяйство. – Пермь, 1970. – С. 56-78.

Аннотация. **Конограй В. А. Типологическая схема геокомплексов территории Кременчугского водохранилища.** В статье представлены результаты типологической дифференциации геокомплексов территории Кременчугского водохранилища. Разработана типологическая схема геокомплексов территории водохранилища. В основу выделения геокомплексов положены признаки их приуроченности к частям водохранилища (класс), происхождения и степень затопления вновь сформировавшихся геокомплексов и их расположение (группа, сектор, ряд), геоморфологические особенности и продолжительность затопления (звено). В результате проведенной работы по дифференциации геокомплексов территории Кременчугского водохранилища создана типологическая схема, которая включает 9 звеньев, которые объединены в 6 секторов, 4 ряда, 3 класса, 2 группы и относятся к типу геокомплексов искусственных водохранилищ. Она использована для выяснения территориальной приуроченности синтаксонов и оценки фитоценоотического богатства геокомплексов, выявления масштабов изменений растительного покрова. За занятыми площадями преобладают геокомплексы мелководных участков. Наименьшие территории занимают геокомплексы секторов островов остатков бортовой террасы. Наиболее трансформируемой после заполнения водохранилища оказалась растительность пойменной террасы, меньше – островов остатков бортовой террасы. Высшим фитоценоотическим разнообразием отмечаются геокомплексы верхней части водохранилища, низким – нижней.

Ключевые слова: геокомплексы, типологическая схема геокомплексов, территориальная дифференциация растительных сообществ.

Summary. **Konogray V.A. Typological Scheme of Geocomplexes the Territory of Kremenchug Reservoir Area.** The article presents the results of typological differentiation of geocomplexes the Kremenchug reservoir area. The typological scheme of geocomplexes reservoir area is designed. The basis of allocation geocomplexes signs placed their affinity to parts of the reservoir (class); origin and extent of flooding newly geocomplexes and their location (group, sector, number); geomorphological features and duration of flooding (link). As a result of the work of differentiation geocomplexes territory of Kremenchug reservoir created typological scheme that includes 9 units that are organized into 6 sectors, 4 numbers, 3 classes and 2 groups are of the type geocomplexes artificial reservoirs. It is used to determine the territorial affinity of plant communities and rating the phytocenotic wealth of geocomplexes and to reveal the extent of vegetation change. For the busy areas dominated geocomplexes shallow areas. The smallest territory occupied geocomplexes sectors of islands residues upland terraces. Most convertible after filling the reservoir proved floodplain vegetation terraces least - otroviv residues upland terraces. The highest diversity observed phytocenotic geocomplexes of the top reservoir, the lowest - lower.

Keywords: geocomplexes, typological scheme of geocomplexes, territorial differentiation of plant communities.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією

17.01.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК 612.82/.83; 612.821

Л.В. Купа, Н.Б. Філімонова

ЗМІНИ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЧОЛОВІКІВ ПРИ ВИКОНАННЯ ВЕРБАЛЬНИХ СУБТЕСТІВ ЛОГІЧНОГО ВІДБОРУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ РИС ТЕСТУ АМТХАУЕРА

У дослідженні добровільно взяли участь 22 чоловіки, правші, віком від 18-23 років, студенти 1-4 курсів КНУ імені Тараса Шевченка. Кожен з обстежуваних проходив 2 комп'ютерні субтести: субтест №1 "Логічний відбір" тесту структури інтелекту Амтхауєра, який досліджує індуктивне мислення, відчуття мови, та субтест №2 "Визначення загальних рис" – визначення здібності до абстрагування, узагальнення, оперування вербальними поняттями. Обидва ці субтести відносять до дослідження вербального компоненту інтелекту. В усіх обстежуваних реєстрували електроенцефалограму (ЕЕГ) під час проведення тестування. 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 середня потужність спектру та домінуюча частота спектру. В результаті проведеного дослідження було виявлено, що при дослідженні активності головного мозку чоловіків субтести вербального інтелекту за Амтхауєром "Логічний відбір" та "Визначення загальних рис" вирішувались в рамках однієї нейромережі, однак при логічному відборі в більшому ступені була синхронізована активація центральної та тім'яної зони лівої півкулі і потиличної зони, що забезпечило комплексний логіко - семантичний аналіз вербальної інформації, аналіз сенсу речень і слів з залученням асоціативної кори, а при визначення загальних рис – спостерігалась активація специфічних процесів семантичного аналізу в лівій фронтальній зоні, визначення сенсу слів в зоні Верніке та образного уявлення слів в правій асоціативній корі.

Ключові слова: тест структури інтелекту Амтхауєра, вербальний інтелект, ЕЕГ, чоловіки

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження здібностей людини є актуальною проблемою, яка обумовлена потребами суспільства в розробці методів виявлення та відсіву найбільш придатних людей на ті або інші робочі місця. Невідповідність можливостей персоналу до вимог виробництва призводить до збільшення затрат та часу на його підготовку, а також до ризиків прийняття ним неефективних, а іноді і хибних рішень. Таке соціальне замовлення стимулює розвиток методів діагностики різних здібностей людини. Виділяють загальні та спеціальні здібності. Загальну здібність, або сукупність загальних здібностей називають обдарованістю та зазвичай ототожнюють з інтелектом. Інтелект часто розглядають як вроджену здібність, яка визначає успішність у навчанні та оволодінні професією та яка включає в собі вербальні, математичні та інші здібності. В якості тесту інтелекту часто використовують тести IQ, Векслера, Stanford-Binet Intelligence Test та інші. В ЕЕГ – дослідженнях було показано, що рівень інтелекту корелює з складністю організації мозку та синхронізацією активності в лобовій зоні [8] та вищим рівнем активності мозку в дельта - діапазоні (0.5-4Hz) та нижчим в верхньому альфа – діапазоні (11-14Hz) та нижньому бета – діапазоні (14-25Hz) [9]. Але в цих роботах не було досліджено різні компоненти інтелекту та статеві особливості організації відповідних нейромереж. Серед чисельної кількості різноманітних тестів інтелекту слід виділити тест структури інтелекту Амтхауєра, який призначений для вимірювання інтелектуального розвитку осіб у віці від 13 до 61 року [1]. Цей тест був розроблений у 1953 році, а остання його редакція була здійснена у 1973 році. Тест складається з 9 субтестів, які дають можливість отримати повну, цілісну уяву про інтелект людини та дослідити різні його

складові, а саме: вербального, числового та просторового мислення, логічних здібностей та пам'яті. Стандартизація тесту проводилась на вибірці з 4076 обстежуваних, при цьому коефіцієнт ретестової надійності був визначений на рівні 0,83-0,91, а надійність частин тесту за методом "розщеплення" – 0,97, що дає можливість проводити дослідження окремих компонентів інтелекту відповідними субтестами. Так, субтест №1 "Логічний відбір" (ЛВ) досліджує індуктивне мислення, відчуття мови, а субтест № 2 "Визначення загальних рис" (ЗР) – здібності до абстрагування, узагальнення, оперування вербальними поняттями. Обидва ці субтести відносять до дослідження вербального компоненту інтелекту.

Метою статті було встановити чи реалізуються вказані здібності в рамках єдиної нейромережі, тому завданням роботи було дослідити зміни активності головного мозку у чоловіків під час тестування ЛВ та ЗР.

Методика

У дослідженні добровільно взяли участь 22 чоловіки, правші, віком від 18-23 років, студенти 1-4 курсів КНУ імені Тараса Шевченка. Кожен з обстежуваних проходив 2 комп'ютерні субтести: ЛВ та ЗР. В субтесті ЛВ задачею обстежуваного було вибрати слово, яке завершить певне речення. В субтесті було запропоновано 20 завдань, які необхідно було виконати не більше, ніж за 6 хв. В субтесті ЗР в кожному з 20 завдань обстежуваному було запропоновано п'ять слів, чотири з яких були поєднані певним смисловим зв'язком, а п'яте слово – було зайвим. Завданням обстежуваного було вказати це слово. Субтест необхідно було пройти не більше, ніж за 6 хв. В усіх обстежуваних реєстрували електроенцефалограму (ЕЕГ) до початку обстеження (по 3 хв. фоновий запис з заплющеними та відкритими очима) та під час проведення тестування. Для реєстрації та аналізу ЕЕГ використовували комплекс "Нейрон-Спектр-4/ВП" (ЕС-сертифікат № RQ043131-V від 08.11.2004р.). Обстежувані знаходились в звукоізолюваному приміщенні, з ними підтримувався аудіо-зв'язок. 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 21 стандартному відведенні. 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 середня потужність спектру у відведенні – $S_{\text{середня}}$, $\mu\text{В}^2/\text{с}^2$ та домінуюча частота спектру у відведенні – $F_{\text{домінуюча}}$, Гц. Статистичний аналіз даних проводився за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA, 2001). Оскільки розподіл практично всіх параметрів був відмінний від нормального ($p < 0,05$), для порівняння двох залежних вибірок було застосовано критерій Вілкоксона, для опису вибіркового розподілу вказували медіану (M_e) і нижній (25%) та верхній (75%) квартилі: $M_e [25\%; 75\%]$.

Результати та їх обговорення

При виконанні субтесту ЗР порівняно з ЛВ було виявлено значуще зниження потужності в центральній (відведення C3, Cz та C4) та в центральній тім'яній (відведення Pz) зонах (Рис.1). Оскільки активність в дельта – діапазоні формує вхідний сенсорний потік, це є "спеціальні частоти" в сприйнятті, які пов'язані з селективною увагою [7], можна припустити, що при виконанні субтесту ЗР відбулась адаптація до сенсорного потоку, зокрема в сенсо-моторній зоні та до інтегральних характеристик стимулів.

В тета – діапазоні не було виявлено значущих відмінностей в потужності спектру, але домінуюча частота значуще підвищилась в лівій передній скроневій (відведення F7)

та центральній тім'яній (відведення Pz) зонах (Рис.1). Активність в тета – діапазоні пов'язують з координацією міжрегіональних взаємодій при виконанні поставлених завдань та контролем за помилковістю відповідей [2], тобто відсутність значущих змін в тета – діапазоні свідчить про збереження попередньо сформованої нейромережі, тобто субтести і ЛВ, і ЗР виконуються в рамках єдиної нейромережі. В роботі [6] зазначено, що нейромережі різного розміру припускають осциляції різних частот, а саме: більші нейромережі генерують нижчі частоти. Цей аргумент можна привести на користь припущення про певне звуження нейромережі, яка здійснює координацію між зонами Брока та Posterior cingulate cortex.

В альфа – діапазоні було виявлено значуще підвищення потужності в лівих фронтальній (відведення F3) та задній скроневій (відведення T5), центральній (відведення Cz), правих тім'яній (відведення P4) та задній скроневій (відведення T6) зонах. Домінуюча частота значуще підвищилась в лівій центральній зоні (відведення C3) та знизилась – правій потиличній зоні (відведення O2) (Рис.1). Підвищення потужності (десинхронізація) в альфа – діапазоні асоціюють з кортикальним пригніченням, але вона також пов'язана з високо-спеціалізованим сприйняттям, увагою та процесами запам'ятовування [6]. В [4] альфа – десинхронізацію розуміють як високо-специфічний фільтр, який пригнічує нерелевантну задачу інформацію, шум та забезпечує вибірково 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 можна припустити, що пошук спільних рис пред'явлених слів у субтесті ЗР активує специфічні процеси семантичного аналізу в лівій фронтальній зоні, визначення сенсу слів в зоні Верніке та образного уявлення слів в правій асоціативній корі.

В бета1 – діапазоні було виявлено значуще зниження потужності в лівій потиличній (відведення O1), в центральній (відведення Cz) та в центральній тім'яній (відведення Pz) зонах. Домінуюча частота значущо підвищилась в лівій передній префронтальній (відведення Fp1) та правій скроневій (відведення T4) зонах і значуще знизилась в правій центральній (відведення C4) зоні (Рис.1). Активність в бета1 – діапазоні пов'язують з зоровою увагою та Активність в бета1 – діапазоні пов'язують з моторною активністю, увагою, семантичним аналізом інформації, попередньою модальною інтеграцією [3]. В роботі [3] наводяться аргументи на користь гіпотези стосовно того, що активність в бета1 – діапазоні обслуговує статус-кво поточного сенсомоторного та когнітивного стану, когнітивного контролю. Активність в бета1 – діапазоні причасна до змісту top-down процесів, вона підвищується надаючи першочергове значення новим сигналам. Отримані результати щодо зниження активності в даному діапазоні при тестуванні здібності визначення загальних рис може свідчити про зниження уваги внаслідок адаптації до стимульного матеріалу, втрату новизни, що узгоджується з результатами в дельта - діапазоні.

В бета2 – діапазоні було виявлено значуще зниження потужності в центральній зоні (відведення Fz, Cz та Pz), лівих центральній (відведення C3), тім'яній (відведення P3) та потиличній (відведення O2) зонах та в правій тім'яній зоні (відведення P4). Домінуюча частота значущо знизилась в лівій півкулі (відведення F7, F3, T3, C3, T5, P3 та O2) та в центральній фронтальній зоні (відведення Fz) (Рис.1). В роботі [5] показано, що активність в бета2 – діапазоні виявляє нейронну мережу високого рівня, яка приймає участь в простій пізнавальній задачі. В бета2 – діапазоні здійснюється синхронізація активності між віддаленими нейронними ансамблями, яка має пряме відношення до пізнання *per se* [5]. Таким чином в другому субтесті відбулось певне пригнічення сформованої на попередньому етапі нейромережі, оскільки, в першому

субтесті при аналізі цілого речення та пошуку відповідного відсутнього слова в більшому ступені була синхронізована активація центральної та тім'яної зони лівої півкулі і потиличної зони, що забезпечило комплексний логіко - семантичний аналіз вербальної інформації, аналіз сенсу речень і слів з залученням асоціативної кори.

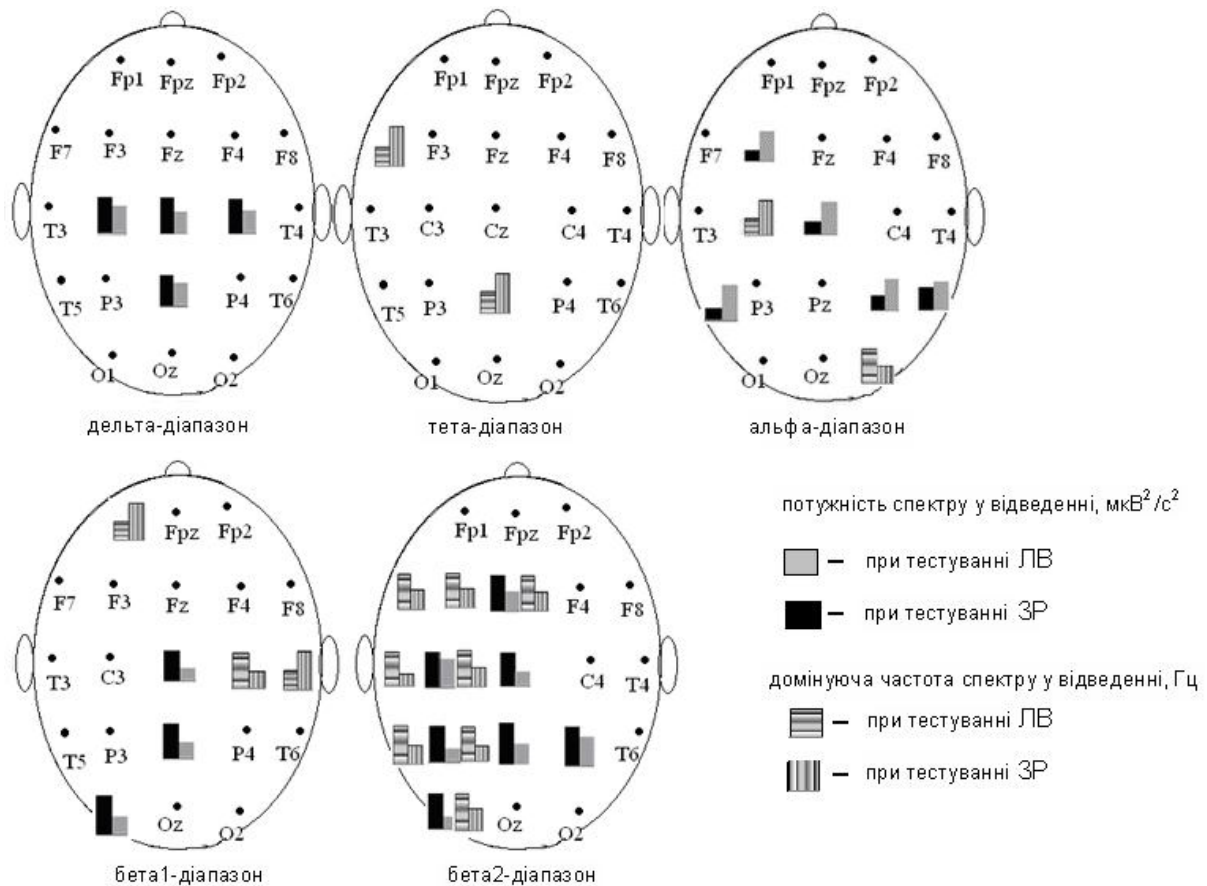


Рис.1. Значущі зміни електричної активності мозку чоловіків при проходженні субтесту "Логічний відбір" (ЛВ) порівняно з субтестом "Визначення загальних рис" (ЗР), (n=22, p ≤ 0,05)
Примітка: стовпчики на рисунку показують значення відповідних медіан

Висновки

В результаті проведеного дослідження було виявлено, що при дослідженні активності головного мозку чоловіків субтести вербального інтелекту за Амтхауером "Логічний відбір" та "Визначення загальних рис" вирішувались в рамках однієї нейромережі, однак при логічному відборі в більшому ступені була синхронізована активація центральної та тім'яної зони лівої півкулі і потиличної зони, що забезпечило комплексний логіко - семантичний аналіз вербальної інформації, аналіз сенсу речень і слів з залученням асоціативної кори, а при визначення загальних рис – спостерігалась активація специфічних процесів семантичного аналізу в лівій фронтальній зоні, визначення сенсу слів в зоні Верніке та образного уявлення слів в правій асоціативній корі.

Література

1. Дружинин В.Н. Психология общих способностей (Psychology of the general abilities) / В.Н.Дружинин / - СПб.: Питер, 2007/ – 368 с.
2. Bernat E. Separating cognitive processes with principal components analysis of EEG time-frequency distributions /E. Bernat, D. Lindsay, B.Holroyd, W.Gehring // Proc. of SPIE. –2008. – V. 7074. – P. 326-333.

3. Engel A.K. Beta-band oscillations-signalling the status quo? / A.K.Engel, P.Fries // Neurobiology - 2010. - V. 20(2). - P.156-65.
4. Klimesch W. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis / W. Klimesch, P.Sauseng, S.Hanslmayr // Brain Research Reviews. – 2007. - V.53(1). – P.63-88.
5. Kukleta M. Cognitive Network Interactions and Beta-2 Coherence in Processing Non-Target Stimuli in Visual Oddball Task / M.Kukleta, M.Brázdil, R.Roman, P.Bob, I.Rektor // Physiol. Res. - 2009. – V.58. – P.139-148.
6. Sauseng P. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes? / P. Sauseng, W. Klimesch // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2008. - V.32 (5). - P.1001-1013.
7. Schroeder C.E. Low-frequency neuronal oscillations as instruments of sensory selection / C.E. Schroeder, P. Lakatos // Trends in Neurosciences. - 2009. - V.32 (1). -P.9-18.
8. Thatcher R.W. EEG and Intelligence: Relations Between EEG Coherence, EEG Phase Delay and Power / R.W.Thatcher, D.North, C.Biver // Clinical Neurophysiology. - 2005. – V. 116. – P. 2129–2141.
9. Tongran L. The Relationship between EEG Band Power, Cognitive Processing and Intelligence in School-Age Children / L.Tongran; S.Jiannong; Z.Daheng; Y. Jie // Psychology Science. – 2008. - V. 50, No. 2. – P. 259-268.

Аннотация. *Купа Л.В., Філімонова Н.Б. Изменения активности головного мозга мужчин при выполнении вербальных субтестов логического отбора и определения общих черт теста Амтхауэра. В исследовании добровольно взяли учат 22 мужчины, правши, в возрасте от 18-23 лет, студенты 1-4 курсов КНУ имени Тараса Шевченко. Каждый из обследуемых проходил 2 компьютерных субтеста: субтест №1 "Логический отбор" теста структуры интеллекта Амтхауэра, который исследует индуктивное мышление, ощущение языка, и субтест № 2 "Определения общих черт" - определения способности к абстрагированию, обобщению, оперированию вербальными понятиями. Оба этих субтеста относят к исследованию вербального компоненту интеллекта. У всех обследуемых регистрировали электроэнцефалограмму (ЕЕГ) во время проведения тестирования. В каждом отведении для частотных диапазонов ЕЕГ- дельта(0,5-3,9 Гц), тета (4,0-7,9 Гц), альфа(8-12,9 Гц), бета1(13,0-19,9 Гц) и бета2(20,0-35 Гц) вычисляли среднюю мощность спектра и доминирующую частоту спектра. В результате проведенного исследования было выявлено, что при исследовании активности головного мозга мужчин субтесты вербального интеллекта по Амтхауэру "Логический отбор" и "Определение общих черт" решались в рамках единой нейросети, однако при логическом отборе в большей степени была синхронизированная активация центральной и теменной зоны левого полушария и затылочной зоны, что обеспечило комплексный логико - семантический анализ вербальной информации, анализ смысла предложений и слов с привлечением ассоциативной коры, а при определение общих черт - наблюдалась активация специфических процессов семантического анализа в левой фронтальной зоне, определение смысла слов в зоне Вернике и образного представления слов в правой ассоциативной коре.*

Ключевые слова: *тест структуры интеллекта Амтхауэра, вербальный интеллект, ЭЭГ, мужчины*

Summary. *Kupa L.V., Filimonova N.B. Changes of activity of cerebrum of men at implementation of verbal subtests of logical selection and determination of general lines of test of Amthauer. As the surveyed 22 men, right-handed persons, age 18-23 years, the students of 1-4 courses of the Kyiv National Taras Shevchenko University took part in research. Each of the surveyed passed 2 computer subtests: subtest №a 1 "Logical selection" of the Intelligent Structure Test (IST), that investigates the inductive thinking, feeling of language, and subtest № 2 "Definition of the common features" - determinations of capacity for abstracting, generalization, operating verbal concepts. Both these subtests attribute to research of verbal to the component intellect. In all inspected registered an electroencephalogram (EEF) during realization of testing. In every taking for the frequency ranges of EEG- delta(0,5-3,9 Hz), theta (4,0-7,9 Hz), alpha(8-12,9 Hz), beta 1(13,0-19,9 Hz) and beta 2(20,0-35 Hz) the mean power of spectrum and the dominant frequency of spectrum was calculated. As a result of undertaken a study it was educed that at research of activity of cerebrum of men subtests of verbal intellect the "Logical selection" of IST and "Determination of general lines" decided within the framework of the common neuronetwork, however at logic selection in a greater*

degree there was a synchronized activation of the central and parietal zone of the left hemisphere and an occipital zone that has provided complex logical - semantic analysis of the verbal information, the analysis of sense of offers and words with attraction of an associative cortex, and at definition of the common features - activation of specific processes of the semantic analysis in the left frontal zone, definition of sense of words in zone Wernicke and figurative representation of words in the right associative cortex was observed.

Keywords: *Intelligent Structure Test (IST), verbal intellect, EEG, men*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією

03.02.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК 612.82/.83; 612.821

Т.В. Куценко, А. С. Лозовська

МІЖПІВКУЛЬНІ ВІДМІННОСТІ ЕЕГ ДЕЛЬТА-БЕТА ПОЄДНАННЯ У ЛІВШІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЕМОЦІЙНОГО ТЕСТУ СТРУПА

Досліджувався емоційний ефект Струпа у лівшів за умов відповідей двома руками. Ефект інтерференції краще виражений для лівої, ніж для правої руки, що вказує на більше залучення правої півкулі до оброблення емоційної інформації. Повторне проходження емоційного тесту Струпа веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації. Підтверджено сильніший дельта-бета ЕЕГ зв'язок у фронтальних ділянках кори обстежуваних із низьким рівнем інтерференції, що свідчить про сильніший контроль у них низхідної системи уваги. Новизною є те, що така взаємодія краще виражена у фронтальних ділянках лівої півкулі, що вказує на її роль у когнітивному контролі і опосередковано підтверджує відомості про розташування центрів мови у більшості ліворуких осіб у лівій півкулі.

Ключові слова: емоційний ефект Струпа, ліворукість, ЕЕГ дельта-бета поєднання

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Натеper не є вирішеним питання про те, яким чином, і, головне, за участю яких мозкових структур чи нейронних мереж здійснюється виконавчий контроль (метаконтроль) і надавання відповідей на ті чи інші подразники. Мозок людини складається із двох півкуль, взаємодія між якими і їх функціональна роль дотепер залишаються предметом інтенсивних досліджень. Особливий інтерес у зв'язку з цим становить дослідження мозку ліворуких обстежуваних, оскільки вища ймовірність атипового розташування у їх мозку різних підсистем оброблення інформації може пролити світло на механізми їх організації і функціонування.

Функціональна спеціалізація півкуль мозку, найімовірніше, має свої переваги в обробленні інформації, і тому закріпилась в процесі еволюції. Дослідження показують, що в одних випадках для кращої ефективності виконання завдання необхідна латералізація функцій, а в інших – значної латералізації не виявлено. Цікаву теорію висунув Косслін [9], який вважає, що для виконання швидких точних рухів потрібен унілатеральний контроль, який посиляє команди до обох частин тіла. Деракшан [7] вважає, що рухи недомінантної частини тіла є двопівкульним явищем, за якого команди походять від домінантної півкулі і передаються на недомінантну. На противагу до цього, рухи домінантної частини тіла є функцією однієї, домінантної півкулі.

Косслін розглядає дві підсистеми контролю: контроль мови, пов'язаний із лівою півкулею, і контроль просторової уваги, пов'язаний із правою півкулею [9]. Таку гіпотезу розташування цих двох функцій у протилежних півкулях називають *казуальною гіпотезою*, і у випадку атипового розміщення центру мови у правій півкулі центр контролю просторової уваги має бути розміщеним у лівій півкулі. Інша гіпотеза називається *статистичною*, згідно якої розміщення цих центрів є ймовірнісним, і у атиповому випадку обидва центри можуть міститись у межах однієї півкулі. За МакМанус [11], латералізація центру мови і домінантності руки є генетично незалежними факторами, тому їх сполучення у людини може бути статистично

незалежним. Поєднання спостерігається лише для розташування центру мови у лівій півкулі і домінуванні правої руки.

Останнім часом піднімається питання про те, якими системами мозку здійснюється контроль за емоційною і когнітивною інформацією. Є припущення про те, що такий контроль здійснюється як в межах однієї системи, так і окремими підсистемами [14]. Ймовірно припустити, що при цьому велику роль має відігравати також і міжпівкульна функціональна асиметрія та взаємодія, тим паче що відомою є роль правої півкулі в обробленні негативної емоційно забарвленої інформації [8].

Тест Струпа широко використовується у психологічних обстеженнях і клінічній практиці, і названий золотим стандартом тестування довільної уваги, оскільки дозволяє досліджувати зміни функціонування лобних ділянок кори, які найтісніше пов'язані із вищими психічними функціями [10]. Тест Струпа полягає у тому, що обстежуваному подається слово, яке означає певний колір, написане або відповідним кольором – конгруентне (напр., “червоне” червоним), або білим кольором (нейтральне), або невідповідним кольором – неконгруентне (“червоне” зеленим). При співпадінні семантичного значення і кольору реакції здійснюються найшвидше (явище полегшення), при неспівпадінні – найповільніше (явище інтерференції), при реагуванні на нейтральні подразники (назви кольорів, написані білим кольором) латентний період реакції (ЛП) займає проміжне значення. При використанні емоційного тесту Струпа (ЕмСтр) теж потрібно називати колір, яким написане слово, але це є лише, так би мовити, відволікаючий маневр, оскільки слова, які використовуються в тесті, є або нейтральними, або емоційно значущими, і важливою є реакція обстежуваного на слова в залежності від їх емоційного значення. Емоційний ефект Струпа (ЕмЕфСтр), або інтерференція, базується на тому, що емоційні стимули, як більш значущі, ніж нейтральні, довший час обробляються в нейронних мережах. ЕмСтр, власне, не тестує ефект Струпа, оскільки при його використанні не відбувається взаємодії між словом і його семантичним значенням (напр., колір і назва кольору) [4]. Інтерференція - це різниця між латентним періодом (ЛП) реакції на емоційно-значущі та нейтральні стимули. Чим більша інтерференція, тобто ЕмЕфСтр, тим сильніше втручаються мимовільні емоційні процеси у систему довільної уваги, порушуючи її. Відомо, що ЕмЕфСтр сильніше проявляється при пред'явленні негативних слів, ніж позитивних. У жінок ЕмЕфСтр сильніше виражений у правій, ніж у лівій півкулі [15]. До виникнення ЕмЕфСтр залучена передня системи уваги та емоціогенні структури мозку [6]. Ймовірно, що за механізмами виникнення ЕмЕфСтр близький до орієнтувального рефлексу [4]. Нами було виявлено, що емоційний ефект Струпа у жінок-правшів і жінок-лівшів виражений краще, ніж у чоловіків-правшів, що узгоджується із відомими з літератури даними про сильніше реагування жінок на негативну, загрозливу інформацію. Порівняння стану спокою з першим проходженням емоційного тесту Струпа у жінок-правшів і жінок-лівшів виявило значну білатеральну активацію в β -діапазоні по всьому скальпу з переважанням в передніх і центральних відділах, тоді як у чоловіків-правшів активація більше виражена в лівій півкулі. При подальших проходженнях тесту у жінок-правшів спостерігались білатеральні перебудови в активності мозку, тоді як у чоловіків-правшів і жінок-лівшів вони більше стосувались лівої півкулі [3]. Нашими колегами було показано, що у осіб із низькою інтерференцією при виконанні ЕмСтр спостерігається високий рівень дельта-бета поєднання у фронтальних ділянках кори, що пов'язують із сильнішим низхідним контролем системи довільної уваги [13]. Але особливості вкладу в цей процес кожної півкулі досліджені не були.

Тому **метою статті** стало дослідити особливості дельта-бета поєднання у фронтальних ділянках обох півкуль у лівшів із різним рівнем інтерференції при

виконанні ЕмСтр. Новизна нашої роботи полягає в тому, щоб відслідкувати цю асиметрію за допомогою реєстрації ЛП реакції для кожної руки окремо, оскільки за ними можна судити про функціональну асиметрію мозку, і в тому, що такі дослідження проводяться у лівшів та включають аналіз фактора статі.

Методика

В обстеженні взяли участь 24 обстежуваних-лівшів (14 жінок), студентів навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка віком від 17 до 22 років. Обстежувані проходили комп'ютеризований ЕмСтр [1]. Обстежуваному пред'являлася серія з 240 слів, по 120 для кожної руки, які пред'являлись у псевдовипадковому порядку. Емоційно-значущі, емоційно-нейтральні слова та назви рослин і тварин (гальмівний подразник) подавалися по центру екрану. Обстежуваному на екран монітору комп'ютера виводилася інструкція: «Якщо слово, яке з'явилося на екрані, зеленого кольору – натиснути клавішу «Q» (ліва рука), якщо червоного – натиснути «P» (права рука). Якщо назва рослини або тварини – реакція не потрібна». Аналізувались ЛП реакцій кожної руки на емоційно-значущі та нейтральні слова. Обстежувані відповідають обома руками, що створює для обох півкуль однакові можливості відповіді і дозволяє оцінити прояв міжпівкульної асиметрії при виконанні ЕмСтр. Другою особливістю цього тесту є використання гальмівного подразника, що, разом із необхідністю співвідносити кольори, якими написані слова, з реакціями правої і лівої руки, значно захоплює увагу обстежуваного і відволікає її від емоційного значення слів. Комп'ютеризований ЕмСтр обстежувані проходили 2 рази підряд (ЕмСтр1-2) з 5-хв. станами спокою з відкритими очима, що передували тестам (Спок1-2). Обстежувані були поділені на дві групи за рівнем інтерференції при виконанні ЕмСтр. Рівень інтерференції розраховувався як середній ЛП реакції на емоційні слова мінус ЛП реакції на нейтральні слова.

Паралельно з проходженням ЕмСтр у обстежуваних реєстрували ЕЕГ монополярно за допомогою комплексу «Нейрон-Спектр» за системою "10-20%" у фронтальних відведеннях F3-A1 (ліва півкуля) і F4-A2 (права півкуля) (свідectво про державну реєстрацію № 4646 від 03.03.2000, «Нейрософт», Росія). Перед проходженням тестів здійснювався фоновий запис ЕЕГ у стані спокою із закритими очима. У якості референтного використовувався об'єднаний вушний електрод. Обробка запису енцефалограми проводилася методом спектрального аналізу за допомогою програми «Нейрон-Спектр». Аналізувалась повна спектральна потужність діапазонів β -високочастотний (β -в, 20-35,0 Гц) та дельта-ритм (δ , 1-3-Гц).

Статистичний аналіз результатів проводився за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (Statsoft, USA, 2001). Нормальність розподілів змінних перевірялась тестом Ліліфора, який є модифікацією тесту Колмогорова - Смірнова. Оскільки всі субтести проходили одні і ті ж самі обстежувані в різні моменти часу, а розподіл практично всіх параметрів за критерієм Ліліфора був відмінний від нормального, для множинного порівняння груп було використано ранговий дисперсійний аналіз Фрідмана. Всі величини ефектів часткової ета в квадраті (partial eta squared, η_p^2) були розраховані з використанням ANOVA. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p=0,05$. ЛП реакцій аналізувались $2 \times 2 \times 2 \times 2$ повторними вимірюваннями ANOVA з факторами: Порядок проходження тесту (перший раз проти другого), Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Рука (права проти лівої), Стать (жінки проти чоловіків).

Через великий розкид значень величин спектральних потужностей ЕЕГ вони були log-нормалізовані шляхом обрахування значень $\ln$ -бета високочастотна і $\ln$ -дельта спектральних потужностей, після чого розраховувались рангові коефіцієнти кореляції

за Спірменом для кожного відведення між $\ln$ -бета високочастотна і $\ln$ -дельта спектральних потужностей. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p=0,05$.

Результати та їх обговорення.

Обстежувані відповідали повільніше при першому (1124 мс), ніж при другому (991 мс) проходженні тесту, $F(1, 22)=25,581$, $p=,00005$, що пояснюється ефектом впрацювання. На емоційні слова реакція була довшою (1076 мс), ніж на нейтральні слова (1039 мс), $F(1, 22)=12,060$, $p=,002$, $\eta^2 = 0,354$. Реакції лівої руки були довшими (1076 мс), ніж правої (1039 мс), $F(1, 22)=22,141$, $p=,0001$, $\eta^2 = 0,501$. Відмінності між ЛП реакції на емоційні та нейтральні подразники, а також реакції правої та лівої руки видаються невеликими, проте вони статистично значущі. ЕмСтр чутливий до умов тестування. Часто повідомляється про відсутність прояву ЕмЕфСтр у здорових обстежуваних. У використаному нами варіанті тесту застосоване змішане пред'явлення емоційно-значущих і нейтральних слів, що, як відомо, знижує ефект інтерференції внаслідок післядії. При пред'явленні емоційно-значущих і нейтральних слів окремими блоками ЕмЕфСтр появляється сильніше.

Виявлений ефект взаємодії між Типом подразника (емоційний проти нейтрального) і Рукою (права проти лівої), $F(1, 22)=10,691$, $p=,003$, $\eta^2 = 0,327$ (рис.1). Ліва рука значно повільніше реагує на емоційні подразники (1105 мс), ніж на нейтральні (1047 мс), тоді як реакції правої руки на емоційні (1046 мс) і нейтральні (1032 мс) подразники мало відрізняються між собою, і є коротшими за реакції лівої руки на емоційні подразники.

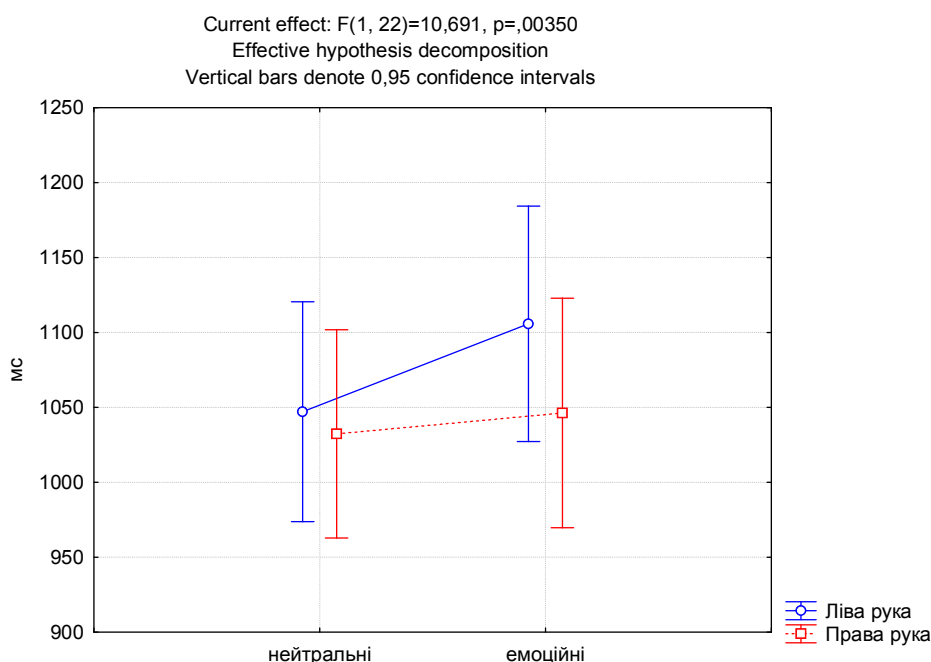


Рис.1. ЛП реакції правої і лівої рук на нейтральні та емоційні стимули. Ефект взаємодії факторів Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Рука (права проти лівої): $F(1, 22)=10,691$, $p=0,003$

Примітки: На рис. вказані середні значення і стандартна похибка.

Виявлений ефект взаємодії між Типом подразника (емоційний проти нейтрального), Рукою (права проти лівої), Статтю (жінки проти чоловіків), $F(1, 22)=6,210$, $p=,0207$, $\eta^2 = 0,220$ (рис.2). У жінок ЛП реакції при першому проходженні

ЕмСтр становив: на емоційні слова (1090 мс), на нейтральні (1050 мс); при другому проходженні: на емоційні (984 мс), на нейтральні (941 мс). У чоловіків відповідно при першому проходженні: на емоційні (1204 мс), на нейтральні (1151 мс); при другому проходженні: на емоційні (1024 мс), на нейтральні (1015 мс). Повторне проходження ЕмСтр веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації. Звертає на себе увагу й те, що у жінок ЛП реакцій, хоч і не досягають рівня статистичної значущості, але мають тенденцію до того, щоб бути коротшими, ніж у чоловіків ($p=,105$). Прояснити це можуть лише додаткові дослідження на більшій вибірці обстежуваних. Нами вже були отримані довші ЛП реакцій у жінок-лівшів у порівнянні з жінками-правшами при проходженні прямого і зворотного тестів Струпа [2]. Пояснення таких відмінностей в ЛП реакцій слід шукати як у міжпівкульних зв'язках, так і у типовому чи атиповому розташуванні центрів мови та центру, який здійснює метаконтроль над руховою активністю.

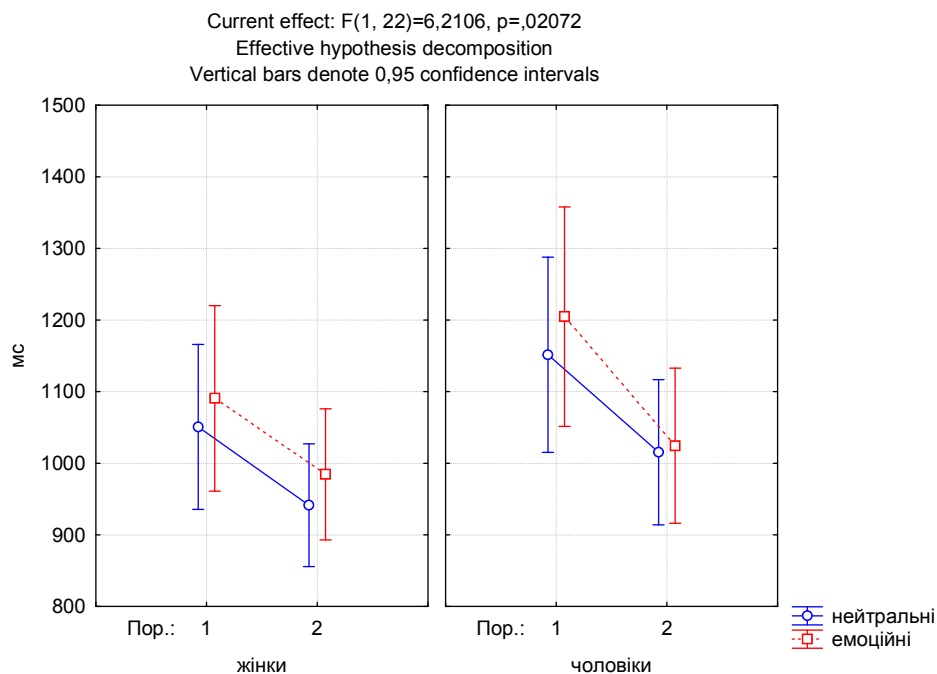


Рис.2. ЛП реакції на нейтральні та емоційні стимули у жінок і чоловіків при першому і другому проходженні емоційного тесту Струпа. Ефект взаємодії факторів Порядок проходження тесту (перший раз проти другого), Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Стать (жінки проти чоловіків): $F(1, 22)=6,210, p=0,0207$

Примітки: Пор. – порядковий номер проходження тесту. На рис. вказані середні значення і стандартна похибка.

За показниками інтерференції розподіл був близьким до нормального. Обстежувані були поділені на дві групи – вище і нижче медіани інтерференції для лівої руки, оскільки саме для лівої руки інтерференція вища, ніж для правої. У кожную групу увійшло 12 осіб (по 7 жінок і 5 чоловіків). Середні значення інтерференції для групи осіб з високим рівнем інтерференції для лівої руки “108 мс”, для правої – “30 мс”. Середні значення інтерференції для групи осіб з низьким рівнем інтерференції для лівої руки – “-15 мс”, для правої – “-15 мс”. Від’ємні значення отримані тому, що у деяких обстежуваних ЛП реакції на емоційні слова були коротшими, ніж на нейтральні.

Спектральна потужність дельта-ритму для відведення F3-A1 у фоновому записі (спокій з закритими очима) коливалась в межах від 50,00 до 505,00 ($M=137,13$, $SD=108,05$), для відведення F4-A2 - в межах від 47,00 до 295,00 ($M=114,17$, $SD=64,95$) що є більшим, ніж за даними літератури [13]. Спектральна потужність бета-ритму для відведення F3-A1 у фоновому записі коливалась в межах від 5,10 до 21,00 ($M=10,32$, $SD=3,59$), для відведення F4-A2 - в межах від 5,00 до 22,00 ($M=10,40$, $SD=4,03$), і цілком узгоджується з даними літератури [13].

Були розраховані коефіцієнти кореляції між Ln -бета високочастотна і Ln -дельта спектральних потужностей ЕЕГ для відведень F3-A1 і F4-A2 у фоновому стані, станах спокою та під час виконання ЕмСтр для підгруп обстежуваних з низьким і високим рівнем інтерференції (табл.1). Коефіцієнти були розраховані як для групи в цілому, так і для жінок і чоловіків окремо. Виявлено, що для групи в цілому особи з низьким рівнем інтерференції мають вищі коефіцієнти кореляції у лівій півкулі у порівнянні з правою, які є також вищими, ніж коефіцієнти кореляції у осіб з високим рівнем інтерференції. Таким чином, отримані нами результати в цілому підтверджують дані колег про те, що у осіб із низькою інтерференцією при виконанні ЕмСтр спостерігається високий рівень дельта-бета сполучення у фронтальних ділянках кори, який пов'язують із сильнішим низхідним контролем системи довільної уваги [13]. Цікавим є те, що таке сполучення отримане саме для лівої півкулі, яка у більшості правшів вважається домінантною і такою, що здійснює метаконтроль за вищими виконавчими функціями мозку. Здавалося б, несподіваним є виявлення лівопівкульного метаконтролю для лівшів, але аналіз літератури свідчить, що серед студентів лише 1 із 10 ліворуких обстежуваних має чітке атипове домінування центру мови [12, 5]. Отже, отримані нами результати опосередковано підтверджують ці відомості, а також узгоджуються із власними результатами про те, що для лівшів отримано довші ЛП реакції при проходженні ЕмСтр для лівої руки у порівнянні з правою.

Таблиця.1

Рангові коефіцієнти кореляції за Спірменом між Ln -бета високочастотної і Ln -дельта спектральних потужностей ЕЕГ

Групи Відведення	Жінки-лівші		Чоловіки-лівші		Загальна група-лівші	
	низь інтерф 2 (n=7)	висока інтерф 1(n=7)	низька інтерф 22(n=5)	висока інтерф 11(n=5)	низька інтерф 2(n=12)	висока інтерф 1(n=12)
F3-A1 фон	0,77 *	0,60	0,60	-0,60	0,64 *	0,32
F4-A2	0,34	-0,28	0,00	0,30	0,23	0,16
F3-A1 спок.1	0,64	0,39	0,73	0,10	0,75 *	0,39
F4-A2	0,64	-0,01	-0,21	0,10	0,46	0,37
F3-A1 стр.1	0,34	0,01	0,80	0,10	0,43	0,05
F4-A2	0,07	0,06	0,66	-0,20	0,29	-0,02
F3-A1 спок.2	-0,60	0,71	0,60	0,00	0,11	0,34
F4-A2	0,51	0,42	0,50	-0,30	0,33	0,15
F3-A1 стр.2	0,50	0,88*	0,10	0,50	0,07	0,45
F4-A2	0,32	-0,38	0,60	-0,20	0,29	-0,19
F3-A1 спок.3	0,64	0,57	0,30	0,30	0,45	0,42
F4-A2	0,43	0,25	0,10	-0,60	0,39	0,30

Примітки: фон – стан спокою із закритими очима; спок. 1-3 – стан спокою з відкритими очима; стр. 1-2 – стан під час виконання емоційного тесту Струпа. * - $p<0,05$

Аналіз коефіцієнтів кореляції у групах жінок і чоловіків окремо виявив такі самі закономірності, але у групі чоловіків жоден коефіцієнт кореляції не досяг статистичного рівня значущості (табл.1). Якщо врахувати, що у лівшів більша

ймовірність атипового розташування різних підсистем центру мови, а також домінантного рухового центру, і більше варіантів їх розподілу по обох півкулях [5], на що можуть накладатись ще й статеві відмінності, то зрозуміло, що досліджена нами вибірка є недостатньою для отримання чіткої картини, хоча отримані закономірності дозволяють припустити наявність центру мови і центру метаконтролю за руховою активністю у більшості лівшів у лівій півкулі.

При виконанні тесту, а також в періоди спокою між виконаннями тесту коефіцієнти кореляції зменшуються, і, за виключенням одного випадку для групи жінок, не досягають рівня статистичної значущості. В принципі, це не дивно, оскільки при роботі в мозку різко змінюється рівень активації і перерозподіл інформаційних потоків. Тому наразі найбільш інформативним станом реєстрації ЕЕГ для дослідження корелятивів із рівнем інтерференції при виконанні ЕмСтр видається стан спокою перед роботою.

Висновки

Ефект інтерференції краще виражений для лівої, ніж для правої руки, що вказує на більше залучення правої півкулі до оброблення емоційної інформації.

Повторне проходження емоційного тесту Струпа веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації.

Підтверджено сильніше дельта–бета поєднання у лівшів із низьким рівнем інтерференції при виконанні емоційного ефекту Струпа, що пояснюється наявністю у них сильнішої системи низхідного контролю уваги, ніж у обстежуваних із високим рівнем інтерференції.

Сильніше дельта–бета поєднання виявлене у ділянках фронтальної кори лівої півкулі у порівнянні із правою, що вказує на більшу участь лівої півкулі у когнітивному контролі та підтверджує відомості про розміщення центру мови у переважній більшості лівшів у лівій півкулі.

Література

1. Костенко С.С., Кравченко В.І., Макачук М.Ю. Тест для оцінки явища інтерференції під час обробки нерелевантних емоційно значущих стимулів // Науковий вісник Волинського університету імені Лесі Українки. Серія „Біологічні науки”. – 2008. – Вип.3. – С. 70-73.
2. Куценко Т. В., Лозовська А. С. Прояв прямого і зворотного ефектів Струпа в залежності від право-ліворукості і статі // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. – 2012. – Вип. №2 (215). – С.84-90.
3. Лозовська А., Соловйова С., Усеїнов Р., Куценко Т. Зміни показників ЕЕГ при триразовому проходженні емоційного тесту Струпа в залежності від статі і право-ліворукості// Вісник київського національного університету імені Тараса Шевченка. Проблеми регуляції фізіологічних функцій– 2013. – №16. – С.22-24.
4. Algom, D., Chajut, E., Lev, S. A rational look at the emotional Stroop phenomenon: A generic slowdown, not a Stroop effect.//Journal of Experimental Psychology: General. -2004. - 133(3). – P. 323–338.
5. Caia Q., Van der Haegena L., Brysbaerta M. Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention // www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1212956110
6. Compton, R. J., Banich, M. T., Mohanty, A., Milham, M. P., Herrington, J., Miller, G. A., et al. Paying attention to emotion: An fMRI investigation of cognitive and emotional Stroop tasks // Cognitive, affective, and behavioural neuroscience. -2003. – 3(2). – P. 81–96.
7. Derakhshan I. Bimanual simultaneous movements and hemispheric dominance: Timing of events reveals hard-wired circuitry for action, speech, and imagination// Psychology Research and Behavior Management. -2008. -1. – P. 1–9.
8. Kensinger E. A., Choi E. S. When side matters: Hemispheric processing and the visual specificity of emotional memories //Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. – 2009. - Vol 35(1). – P. 247-253.

9. Kosslyn S.M. Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. //Psychol Rev. – 1987. - 94(2). – P. 148–175.
10. MacLeod C. M. Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review //Psychological Bulletin. - 1991. – 109. – P. 163–203.
11. McManus IC Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. //Psychol Med Monogr. – 1985. - 8(Suppl). – P. 1–40.
12. Pujol J., Deus J., Losilla J.M., Capdevila A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. // Neurology. – 1999. - 52(5). – P. 1038–1043.
13. Putman P., Arias-Garcia E., Pantazi I., van Schie Ch. Emotional Stroop interference for threatening words is related to reduced EEG delta–beta coupling and low attentional control// International Journal of Psychophysiology.- 2012. - 84. - P.194–200.
14. Soutschek A., Schubert T. Domain-specific control mechanisms for emotional and nonemotional conflict processing// Cognition. – 2013. - Volume 126, Issue 2. – P. 234–245.
15. Van Strien J. W., Valstar L. H. The lateralized emotional Stroop task: left visual field interference in women. //Emotion (Washington, D.C.). – 2004. - 4 (4). - P.403–409.

Аннотация. Куценко Т.В., Лозовская А. С. Межполушарные различия ЭЭГ дельта-бета связи у левшей при выполнении эмоционального теста Струпа. Исследовался эмоциональный эффект Струпа у левшей при ответах двумя руками. Эффект интерференции лучше выражен для левой, чем для правой руки, что указывает на большее вовлечение правого полушария в обработку эмоциональной информации. Повторное прохождение эмоционального теста Струпа ведет к уменьшению эффекта интерференции у мужчин, но не у женщин, указывая на то, что мозг мужчин, как более латерализованный, направлен на выполнение основного когнитивного задания, тогда как мозг женщин, полушария которого, вероятно, имеют больше связей, остается бдительным к негативной эмоциональной информации. Подтверждена более сильная дельта-бета ЭЭГ связь во фронтальных областях коры испытуемых с низким уровнем интерференции, что свидетельствует о более сильном контроле у них нисходящей системы внимания. Новизной является то, что такое взаимодействие лучше выражено во фронтальных участках левого полушария, что указывает на его роль в когнитивном контроле и косвенно подтверждает сведения о расположении центров речи у большинства левшей в левом полушарии.

Ключевые слова: эмоциональный эффект Струпа, леворукость, ЭЭГ дельта-бета связь

Summary. Kutsenko T., Lozovska A. Interhemispheric differences of EEG delta-beta coupling of left-handers under performance of emotional Stroop test. There was investigated emotional Stroop effect in terms of responses of left-handers by both hands. Interference effect is better pronounced for the left hand than for the right one, indicating a greater involvement of the right hemisphere to the processing of emotional information. Repeated passage of the emotional Stroop test leads to reducing the effect of interference in men but not in women, which indicates that the brain of men as more lateralized directed to perform basic cognitive tasks while brain of women, hemispheres of which probably have more connections, remains on guard to negative emotional information. It is confirmed stronger EEG delta-beta coupling in the frontal parts of the cortex of subjects with low interference, indicating a stronger control of their top down system of attention. The novelty is that this interaction is best expressed in the frontal area of the left hemisphere, which reveals its role in cognitive control and indirectly confirms the information about the location of the centers of the language for most left-handed people in the left hemisphere.

Keywords: Emotional Stroop effect, left-handedness, EEG delta-beta coupling

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією

17.01.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

УДК 612.017.2 + 612.2 + 612.766.1:796

О.М. Лисенко¹, В.С. Міщенко²

ВІДМІННОСТІ УМОВ ПРОЯВУ МАКСИМАЛЬНИХ АЕРОБНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СПОРТСМЕНІВ, ОБУМОВЛЕНИХ СПРЯМОВАНІСТЮ ПРОЦЕСУ ДОВГОСТРОКОВОЇ АДАПТАЦІЇ

На основі обстеження 54 висококваліфікованих спортсменів 19-24 років, що спеціалізувалися у бігу на різні дистанції (100, 800 та 5000 м), показаний вплив специфічності довготривалої адаптації організму легкоатлетів на загальний рівень аеробної потужності та умови максимального прояву аеробних можливостей кардіореспіраторної системи. Для визначення максимального рівня аеробних можливостей спортсменів виділені рухові тести, котрі враховують особливості умов мобілізації максимальних аеробних можливостей в залежності від специфіки спортивної спеціалізації.

Ключові слова: кваліфіковані спортсмени, кардіореспіраторна система, аеробні можливості, фізичні навантаження

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначення величини максимального споживання O_2 ($\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$), як основного загальноприйнятого критерію оцінки продуктивності кардіореспіраторної системи, максимальної аеробної потужності організму, широко застосовується для оцінки рівня фізичних можливостей спортсменів [1, 4, 7, 8]. Пряма або побічна залежність спортивного результату від аеробного метаболізму і максимальних аеробних енергетичних можливостей характерна для більшості видів спорту [4-6, 8, 10, 13, 15], тому в оцінці рівня функціональних можливостей організму спортсмена тестування максимальної аеробної потужності є основним.

Методи й умови визначення $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ запропоновані вже давно, але вони обговорюються і в даний час [1, 2, 8, 12]. Загальним елементом тестів, спрямованих на визначення максимальних аеробних можливостей, є необхідність досягнення плато споживання O_2 в умовах фізичного навантаження з прогресивно наростаючою потужністю. При цьому початкова інтенсивність роботи, ступінь збільшення поступово зростаючого навантаження повинні бути незначними, щоб уникнути надмірного залучення в роботу м'язових волокон "швидкого" скорочення (типу II) і підвищення концентрації лактату в крові. Для визначення $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ широко використовується безперервне тестове навантаження ступенезростаючої потужності тривалістю 12-16 хвилин до моменту досягнення найбільших $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ [3, 4, 17, 18]. Показано [1, 2, 6], що для досягнення індивідуальних найбільших величин $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ спортсменами, характер, біомеханічна структура роботи повинна відповідати специфіці змагальної дисципліни: виміри у бігунів повинні проводитися під час бігу, у веслярів - під час веслування і т.п. Водночас, у сформованій системі оцінки $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{max}}$ не враховуються особливості співвідношення і мобілізації аеробних і анаеробних енергетичних можливостей організму при подоланні спортсменами відносно коротких або середніх, за часом роботи максимальної інтенсивності, змагальних дистанцій. Можна думати, що широко використовувані тестові навантаження ступенезростаючої потужності є адекватними для мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення лише для тих спортсменів, які спеціалізуються на змагальних дистанціях, що вимагають прояву витривалості при тривалій роботі. Доцільність застосування таких тестів у спортсменів, адаптованих протягом ряду років до роботи короткої і середньої тривалості, викликає сумніви, тому що спеціалізована підготовка цих спортсменів зумовлює високу рухливість та знижену

стійкість реакцій кардіореспіраторної системи при виконанні фізичних навантажень [4]. У той же час, не вивчені можливості використання інших тестів, які б враховували особливості довгострокової адаптації організму до одночасної мобілізації анаеробних гліколітичних і аеробних систем енергозабезпечення, що складають основу змагальних дистанцій.

У зв'язку з цим, метою нашої роботи було вивчення особливостей прояву максимальних аеробних енергетичних можливостей організму при виконанні тестових навантажень різного характеру спортсменами з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації до тренувальних навантажень (на прикладі спеціалізації спортсменів у бігу на 100, 800 і 5000 м). На цій основі визначити характер тестових навантажень, які б враховували особливості мобілізації максимальних аеробних можливостей в залежності від специфіки спортивної спеціалізації спортсменів.

Методика

У змагальному періоді було обстежено 54 кваліфікованих спортсмена у віці 19 - 24 років з високим рівнем спортивної кваліфікації майстер спорту, які протягом 5 - 8 років спеціалізувалися у бігу на 100 м (19 спортсменів), на 800 м (15 спортсменів) і на 5000 м (16 спортсменів).

Вивчалася фізична працездатність спортсменів, реакція кардіореспіраторної системи, міра ацидемічних зрушень при фізичних навантаженнях різної тривалості та інтенсивності, що дозволяли визначити граничні можливості аеробного і анаеробного енергозабезпечення роботи. Використовували наступні тестові навантаження: 1) тестове навантаження ступенезростаючої потужності, тривалістю 10-14 хв - визначалася максимальна аеробна потужність ($\dot{V}O_{2max}$) і критична потужність ($W_{кр}$), а також аеробна ефективність ("анаеробний" поріг - АП) [3, 9, 12]; 2) тест на утримання навантаження "критичної" потужності - визначалася максимальна аеробна ємність [1, 3, 4, 6]; 3) 60-секундне навантаження субмаксимальної інтенсивності (старт з місця) - визначалася загальна робоча продуктивність ($W_{60с}$) і концентрація лактата в крові (HLа), як відображення максимальної анаеробної гліколітичної потужності [3, 11, 19]. Навантаження виконувалися на велоергометрі "Monark" (Швеція) і тредмілі L-500 (Німеччина).

Безперервні виміри газообміну і реакції кардіореспіраторної системи на фізичне навантаження оцінювали за допомогою ергоспірометричного комплексу "Oxuscon Pro" ("Jaeger", Німеччина), що у реальному масштабі часу, кожні 5 с, дозволяв реєструвати наступні показники: легенева вентиляція ($\dot{V}_E$, млхв⁻¹, BTPS), споживання O_2 ($\dot{V}O_2$, млхв⁻¹, STPD), виділення CO_2 ($\dot{V}CO_2$, млхв⁻¹, STPD), газообмінне співвідношення ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2^{-1}$), вентиляційні еквіваленти по O_2 і по CO_2 , частота серцевих скорочень (HR, удхв⁻¹). Використовували загальноприйняті критерії досягнення максимального споживання O_2 [1, 8, 14, 17]. За результатами виконання навантаження ступенезростаючої потужності розраховувалися показники, що характеризують приріст легеневої вентиляції, споживання O_2 і виділення CO_2 на 1 Вт збільшення потужності навантаження за весь період роботи ($\Delta\dot{V}_{Eзаг}$, $\Delta\dot{V}O_{2заг}$, $\Delta\dot{V}CO_{2заг}$, млхв⁻¹Вт⁻¹), а також окремо до ($\Delta\dot{V}_{EАП}$, $\Delta\dot{V}O_{2АП}$, $\Delta\dot{V}CO_{2АП}$, млхв⁻¹Вт⁻¹) і після ($\Delta\dot{V}_{E2max}$, $\Delta\dot{V}O_{2max}$, $\Delta\dot{V}CO_{2max}$, млхв⁻¹Вт⁻¹) настання "анаеробного" порогу. Використовувалася оцінка ступеню збільшення виділення CO_2 відносно збільшення споживання O_2 в одиницю часу на 1 Вт збільшення потужності тестового навантаження ($\Delta\dot{V}CO_2/\Delta\dot{V}O_2^{-1}$). Для визначення концентрації лактата в крові на третій хвилині відновлювального періоду робився забір артеріалізованої крові в капіляр з розігрітого пальця (ензиматичний метод, Dr. Lange-

400, Німеччина). Опрацювання результатів проводили на IBM PC/XT з використанням пакета стандартних статистичних програм. Вірогідність розходжень перевіряли за допомогою критерію Стюдента.

Результати та їх обговорення

Узагальнення результатів вимірів максимальних рівнів показників працездатності, газообміну і реакції кардіореспіраторної системи на тестові навантаження різного характеру спортсменів, які спеціалізуються в бігу на різні дистанції (100, 800, 5000 м), дозволило виявити відмінності по мобілізації аеробних і анаеробних енергетичних можливостей, при тому чи іншому тестовому навантаженні (табл.1).

Таблиця 1

Максимальний рівень показників працездатності, газообміну і реакції кардіореспіраторної системи спортсменів, які спеціалізуються в бігу на різні дистанції (100, 800, 5000 м) в умовах виконання фізичних навантажень різного характеру, $M \pm m$

Показники	Спеціалізація спортсменів			P(t-тест) <0,05
	Біг на короткі дистанції, 100м	Біг на середні дистанції, 800м	Біг на довгі дистанції, 5000м	
	1	2	3	
Навантаження ступенезростаючої потужності				
Wкр, Вт·кг ⁻¹	3,35±0,17	3,85±0,15	5,02±0,25	3-1,2
V _E , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	1574,68±124,13	1872,58±119,20	2222,64±78,54	1-2,3;2-3
VO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	42,97±3,36	50,11±3,20	61,08±2,38	1-2,3;2-3
VCO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	56,94±3,71	52,03±3,06	55,09±2,41	
HR, уд·хв ⁻¹	191,0±4,55	186,50±4,51	184,29±5,65	
VCO ₂ /VCO ₂	1,45±0,16	1,22±0,10	1,04±0,08	1-2,3,2-3
HLa, мМоль·л ⁻¹	11,79±0,75	8,96±0,86	7,64±0,96	1-2,3
Тест на утримання навантаження “критичної” потужності				
V _E , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	1497,74±163,74	1704,02±133,94	2037,52±123,24	3-2,1
VO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	42,36±3,89	49,83±2,04	60,79±3,30	1-2,3,2-3
VCO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	50,36±2,96	45,56±2,19	47,59±2,67	2-1,3
HR, уд·хв ⁻¹	189,17±5,26	183,04±4,19	181,02±4,94	
VCO ₂ /VCO ₂	1,28±0,14	1,11±0,13	0,97±0,09	1-3
HLa, мМоль·л ⁻¹	10,43±1,21	7,84±1,04	6,03±0,79	1-2,3
60 с навантаження максимальної інтенсивності				
W60 с, Вт·кг ⁻¹	6,48±0,09	6,82±0,07	6,71±0,19	2-1
V _E , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	1997,72±148,54	2050,94±164,51	2015,67±153,45	
VO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	52,95±4,53	53,52±1,73	56,12±3,94	
VCO ₂ , мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹	52,19±3,84	48,57±1,98	45,82±2,69	1-2,3
HR, уд·хв ⁻¹	187,33±4,38	182,67±3,68	176,43±3,27	3-1,2
VCO ₂ /VCO ₂	1,63±0,18	1,43±0,10	1,13±0,15	3-1,2
HLa, мМоль·л ⁻¹	13,29±1,04	15,81±1,28	12,91±0,85	2-1,3

Як видно з таблиці, у бігунів на довгі дистанції найбільша величина споживання O_2 ($61,08 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$) відзначалася при виконанні тестового навантаження ступенезростаючої потужності. У той же час у бігунів на короткі і середні дистанції найбільша величина VO_2 зареєстрована при виконанні 60 с навантаження максимальної інтенсивності ($52,95$ і $53,52 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$, відповідно). При виконанні тесту на утримання

навантаження “критичної потужності” спортсмени не досягали індивідуальних максимальних значень $\dot{V}O_2$. Так, у спринтерів пік $\dot{V}O_2$ складав лише $80,07 \pm 1,95\%$ від індивідуальних максимальних величин $\dot{V}O_2$. Це було істотно нижче, ніж у бігунів на 800 м ($88,51 \pm 2,03\%$) і у стайерів ($93,23 \pm 1,69\%$). Найбільший ступінь реалізації індивідуального потенціалу аеробної потужності відзначається при виконанні даного тесту у стайерів, які найбільш схильні до роботи, близької до максимальної реалізації аеробної потужності, що складає фізіологічну основу їх спеціальної витривалості.

Для стайерів при виконанні навантаження ступенезростаючої потужності був характерний вірогідно більш високий рівень фізичної працездатності ($W_{кр.} 5,02 \pm 0,25 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$). Він поєднується з найбільш високим рівнем реакції кардіореспіраторної системи і найбільш низьким рівнем активності анаеробних гліколітичних процесів. Про це посередньо свідчить величина газообмінного співвідношення наприкінці навантаження ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1}$) $1,04 \pm 0,08$, а також рівень лактату крові після навантаження $7,64 \pm 0,96 \text{ мМоль} \cdot \text{л}^{-1}$. У спринтерів відносно більш низький рівень працездатності ($W_{кр.} 3,35 \pm 0,17 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$), поєднується з більш низьким рівнем функціонування кардіореспіраторної системи і високим рівнем анаеробних гліколітичних процесів ($\dot{V}CO_2 \cdot \dot{V}O_2^{-1} 1,45 \pm 0,16$, $HLa 11,79 \pm 0,75 \text{ мМоль} \cdot \text{л}^{-1}$).

З наростанням потужності навантаження відзначається збільшення інтенсивності аеробних і анаеробних механізмів енергозабезпечення, які відображаються у характері приросту V_E , $\dot{V}O_2$ і $\dot{V}CO_2$ на 1 Вт потужності в умовах ступенезростаючого навантаження (табл.2). Найбільш виражені відмінності між спортсменами різної спеціалізації відзначаються по приросту $\dot{V}CO_2$ і по $\Delta \dot{V}CO_2 \cdot \Delta \dot{V}O_2^{-1}$ - у бігунів на короткі дистанції відзначаються найбільші значення цих показників, у стайерів - найменші.

Таблиця 2

Ступінь збільшення (Δ) основних характеристик фізіологічної реакції кардіореспіраторної системи організму на 1 Вт збільшення потужності навантаження і порівняльний аналіз ступеню збільшення $\dot{V}CO_2$ відносно $\dot{V}O_2$ ($\Delta \dot{V}CO_2 \cdot \Delta \dot{V}O_2^{-1}$) в умовах тестового навантаження ступенезростаючої потужності у кваліфікованих бігунів на різні дистанції, $M \pm m$

Показники	Біг на короткі дистанції, 100 м,	Біг на середні дистанції, 800 м,	Біг на довгі дистанції, 5000 м,	P(t-тест) <0,05
	1	2	3	
$\Delta V_{E_{заг}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$1034,61 \pm 74,09$	$862,51 \pm 81,12$	$740,93 \pm 59,82$	1-3
$\Delta V_{E_{АП}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$1897,31 \pm 121,14$	$909,42 \pm 98,82$	$726,34 \pm 61,28$	1-2,3, 2-3
$\Delta V_{E_{max}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$722,40 \pm 36,93$	$850,50 \pm 54,19$	$755,81 \pm 49,08$	1-2
$\Delta \dot{V}O_{2_{заг}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$24,77 \pm 2,03$	$20,95 \pm 2,16$	$19,40 \pm 1,98$	1-3
$\Delta \dot{V}O_{2_{АП}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$57,65 \pm 8,16$	$28,35 \pm 3,21$	$25,48 \pm 2,06$	1-2,3
$\Delta \dot{V}O_{2_{max}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$13,14 \pm 1,03$	$14,32 \pm 1,14$	$13,19 \pm 0,96$	
$\Delta \dot{V}CO_{2_{заг}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$34,03 \pm 5,07$	$23,60 \pm 3,22$	$17,89 \pm 2,01$	1-2,3, 2-3
$\Delta \dot{V}CO_{2_{АП}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$64,04 \pm 6,95$	$28,02 \pm 4,09$	$22,30 \pm 3,71$	1-2,3
$\Delta \dot{V}CO_{2_{max}}, \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{Вт}^{-1}$	$23,42 \pm 1,78$	$19,63 \pm 1,78$	$13,78 \pm 1,99$	1-2,3, 2-3
$\Delta \dot{V}CO_{2_{заг}} \cdot \Delta \dot{V}O_{2_{заг}}^{-1}$	$1,37 \pm 0,09$	$1,13 \pm 0,09$	$0,92 \pm 0,08$	1-2,3
$\Delta \dot{V}CO_{2_{АП}} \cdot \Delta \dot{V}O_{2_{АП}}^{-1}$	$1,11 \pm 0,06$	$0,98 \pm 0,08$	$0,87 \pm 0,09$	1-3
$\Delta \dot{V}CO_{2_{max}} \cdot \Delta \dot{V}O_{2_{max}}^{-1}$	$1,78 \pm 0,09$	$1,37 \pm 0,12$	$1,05 \pm 0,14$	1-2,3, 2-3

У спринтерів при виконанні тестового навантаження в аеробній зоні підвищення потужності на 1 Вт супроводжується вірогідно більшим приростом легеневої вентиляції, споживання O_2 і виділення CO_2 . Ступінь збільшення $\dot{V}CO_2$ у цей період у спринтерів переважав над ступенем збільшення $\dot{V}O_2$ - показник $\Delta\dot{V}CO_2/\Delta\dot{V}O_2^{-1}$ $1,11\pm0,10$ вірогідно більш високий, ніж у бігунів на середні і довгі дистанції. Найменший приріст досліджуваних показників в зоні аеробного навантаження відзначається в групі бігунів на довгі дистанції. Для них характерно переваження ступеня збільшення $\dot{V}O_2$ відносно збільшення $\dot{V}CO_2$ ($\Delta\dot{V}CO_2/\Delta\dot{V}O_2^{-1}$ $0,87\pm0,09$).

Після настання “анаеробного” порогу у всіх групах спортсменів-легкоатлетів відзначається зниження швидкості наростання $\dot{V}_E$ і $\dot{V}O_2$. Вірогідно більший приріст легеневої вентиляції і споживання O_2 відзначається у бігунів на середні дистанції. У групі спринтерів і стайерів однаковий приріст $\dot{V}_E$ і $\dot{V}O_2$ поєднується з різним ступенем збільшення $\dot{V}CO_2$. Так, у стайерів відзначається незначне переваження ступеня збільшення $\dot{V}CO_2$ над $\dot{V}O_2$ - $\Delta\dot{V}CO_{2max}/\Delta\dot{V}O_{2max}^{-1}$ складає $1,05\pm0,14$. Для спринтерів характерна вірогідно більш висока інтенсивність збільшення $\dot{V}CO_2$ ($23,42\pm1,78$ мл·хв $^{-1}$ Вт $^{-1}$), ніж для стайерів ($13,78\pm1,99$ мл·хв $^{-1}$ Вт $^{-1}$). Показник $\Delta\dot{V}CO_{2max}/\Delta\dot{V}O_{2max}^{-1}$ у спринтерів $1,78\pm0,09$, свідчить про значне переваження ступеня збільшення $\dot{V}CO_2$ відносно збільшення $\dot{V}O_2$. Очевидно, високий рівень активації анаеробних гліколітичних процесів в умовах тестового навантаження ступенезростаючої потужності у спринтерів спричиняє гальмуючий вплив на мобілізацію аеробного механізму енергозабезпечення [2-4, 11, 15], на швидкість споживання O_2 .

Однак, високий рівень активації анаеробних процесів у легкоатлетів-бігунів на 100 і 800 м не можна вважати обмежуючим фактором мобілізації аеробних енергетичних можливостей, оскільки високий індивідуальний рівень аеробних можливостей при виконанні 60 с прискорення максимальної інтенсивності (табл.1) поєднується з більш високою активністю анаеробних гліколітичних механізмів енергозабезпечення ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2^{-1}$ $1,43-1,63$, HLa $13,29-15,81$ мМоль·л $^{-1}$), ніж в умовах навантаження ступенезростаючої потужності. Для реалізації максимальних аеробних енергетичних можливостей організму значення має як рівень активації анаеробних гліколітичних процесів, так і швидкість їх збільшення. Поступове підвищення активності анаеробних механізмів енергозабезпечення в умовах навантаження ступенезростаючої потужності і швидкий їх ріст при 60 с навантаженні субмаксимальної інтенсивності спричиняє різний вплив на кардіореспіраторну систему і на реалізацію аеробних енергетичних можливостей спортсменів, які спеціалізуються в бігу на різні дистанції, що пов'язано з особливостями довгострокової адаптації організму до специфіки основної змагальної дистанції.

З огляду на отримані результати та особливості адаптації легкоатлетів-бігунів на 100 і 800 м, припустили, що 2-хвилинне навантаження субмаксимальної інтенсивності і серія чотирьох 30-секундних навантажень максимально інтенсивності із 10-секундними інтервалами відпочинку між серіями (4×30 с), в більшій мірі створюють умови для мобілізації аеробних енергетичних можливостей організму. Пік споживання O_2 у спортсменів різної спеціалізації при виконанні даних прискорень максимальної інтенсивності наведено на рис. 1. Так, у спринтерів максимальна величина $\dot{V}O_2$ під час тестування ($55,93\pm2,31$ мл·кг $^{-1}$ хв $^{-1}$) відзначалася при виконанні серії максимальних навантажень 4×30 с. Максимальна величина $\dot{V}O_2$ у бігунів на середні дистанції ($59,92\pm2,46$ мл·кг $^{-1}$ хв $^{-1}$) реєструється в умовах виконання 2-хвилинного навантаження

субмаксимальної інтенсивності. Відзначимо, що у бігунів на 800 м вірогідно більша частина тестового навантаження виконана на рівні $\dot{V}O_{2\max}$ ($47,50 \pm 4,65\%$ від загальної тривалості 2-хвилинного тесту), ніж у бігунів на короткі ($20,09 \pm 3,31\%$) і довгі ($16,49 \pm 6,52\%$) дистанції. Спортсмени, які спеціалізуються в бігу на довгі дистанції, у даних умовах тестових навантажень не досягли свого індивідуального максимального рівня аеробних енергетичних можливостей. Пік $\dot{V}O_2$ при 2-хвилинному навантаженні субмаксимальної інтенсивності складає $83,61 \pm 2,45\%$ від індивідуального рівня $\dot{V}O_{2\max}$, а при виконанні серії 4×30 секунд із – $82,07 \pm 2,86\%$.

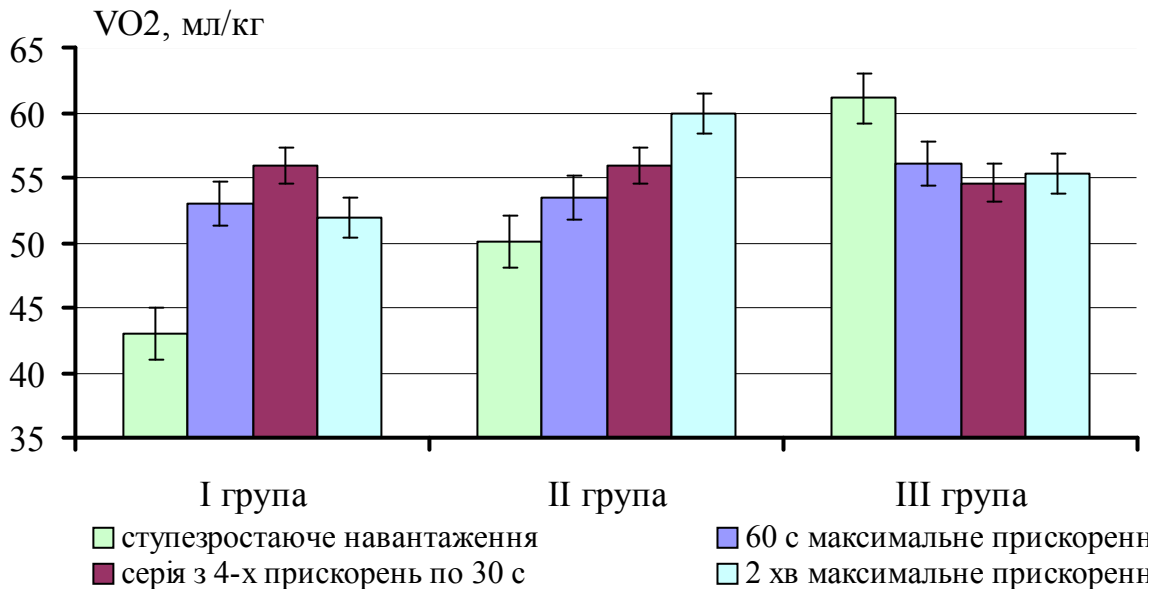


Рис.1. Пік споживання O_2 ($\dot{V}O_{2\text{reak}}$, $\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$) за умов виконання навантажень різного характеру у кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в бігу на різні дистанції (100, 800, 5000 м) в умовах виконання фізичних навантажень різного характеру:

I група – біг на 100 м; II група – біг на 800 м; III група – біг на 5000 м.

Досягнутий пік $\dot{V}O_2$ у бігунів на 100 і 800 м при виконанні прискорень максимальної інтенсивності вірогідно більш високий, ніж пік $\dot{V}O_2$ зареєстрований при навантаженні ступенезростаючої потужності ($p < 0.05$). У бігунів на 5000 м вірогідно найбільший рівень $\dot{V}O_2$ відмічається при виконанні навантаження ступенезростаючої потужності.

Таким чином, спортсмени, що спеціалізуються в бігу на короткі і середні дистанції, характеризуються більш інтенсивною мобілізацією аеробних енергетичних можливостей. Саме за таких умов у них досягаються індивідуальні максимальні розміри аеробної потужності. Тому, для визначення максимального рівня аеробних можливостей бігунів на короткі дистанції рекомендується використовувати серію 30-секундних навантажень максимальної інтенсивності (4×30 с). Для бігунів на середні дистанції доцільно використовувати для цього 2-3 повторення 2-хвилинних навантажень субмаксимальної інтенсивності, а для бігунів на довгі дистанції – класичний тест із навантаженням ступенезростаючою потужністю “до відмови”.

Висновки

1. Специфічність довгострокової адаптації організму кваліфікованих спортсменів у видах спорту з високою витратою енергії, що відрізняються тривалістю роботи максимальної інтенсивності, як це має місце в бігу на змагальні дистанції 100,

800, 5000 м, впливає як на загальний рівень аеробної потужності, так і на умови для максимальної мобілізації аеробних можливостей.

2. При одночасній реалізації аеробних і анаеробних можливостей, як це має місце в умовах коротких і середніх змагальних дистанцій, рівень активізації анаеробних гліколітичних процесів є важливим фактором стимуляції реакцій кардіореспіраторної системи і досягнення максимальної аеробної потужності.

3. В умовах виконання максимальних фізичних навантажень різного характеру потужність і інтенсивність анаеробних гліколітичних механізмів енергозабезпечення у кваліфікованих спортсменів впливають на швидкість реакції кардіореспіраторної системи і на реалізацію аеробних можливостей організму.

4. Для визначення максимального рівня аеробних можливостей спортсменів спринтерських спеціалізацій рекомендується використовувати серію з чотирьох 30 секундних навантажень максимальної інтенсивності з інтервалами відпочинку між ними 10 секунд. Для бігунів на середні дистанції найкращі умови для реалізації максимальних аеробних можливостей при 2-хвилинних навантаженнях субмаксимальної інтенсивності (2-3 прискорення з інтервалом відпочинку 60 с). Для бігунів на довгі дистанції найбільш надійні результати для визначення VO_{2max} дають навантаження ступенезростаючої потужності “до відмови”. Отримані дані вказують на те, що чим коротша звична дистанція змагань, тим більш висока активація анаеробних гліколітичних механізмів енергозабезпечення необхідна бути забезпечена в специфічних тестах для повної мобілізації аеробних енергетичних можливостей організму.

Література

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – Москва: Медицина, 1990. – 192 с.
2. Бекус Р.Д.Х., Банистер Е.У., Бушар К., Дюлак С. и др. Физиологическое тестирование спортсмена высокой квалификации. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
3. Волков Н.И., Дардури У., Сметанин В.Я. Градации гипоксических состояний человека при напряженной мышечной деятельности//Физиология человека, 1998. – Т.24. - № 3. – С.51-63.
4. Мищенко В.С.. Функциональные возможности спортсменов. - Киев: Здоровья, 1990. - 200 с.
5. Медико-биологические основы спортивной тренировки в циклических видах спорта/ Под ред. В.Г.Ткачука. - Киев: КГИФК, 1991. - 90 с.
6. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. - Киев: Олимпийская литература, 1997. - 584 с.
7. Уилмор Дж.Х., Костил Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 503 с.
8. Шепард Р.Д. Практическая значимость максимального потребления кислорода//Наука в олимпийском спорте, 1995.–№ 1. – С.39-44.
9. Andersen K.I., Shephard R.J., Denolin H., Varnaukas E., Masironi K. Fundamentals of exercise testing. Geneva: WHO, 1971. – 125 p.
10. Astrand F.-O., Rodahl K. Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. –New York – St Louis; McGraw-Hill, 1986. –682 p.
11. Katz A., Sahlin K. Role of oxygen in regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle//Exercise and Sport Science Reviews, 1990. – 18. – P. 1-28.
12. Mac Dougal J.D., Wander H.A., Green N.J., Physiological testing of the high-performance athlete. - Champaign, IL; Human Kinetics. – 1991. – 448 p.
13. Neumann G. Special performance capacity// The Olympic Book of Sport Medicine. – Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. – V.1. - P. 97-108.
14. Prefaut C., Anselme F., Cailland C., Masse-Biron J. Exercise – induced hypoxemia in older athletes//J.Appl.Physiol. – 1994. – V.76. – № 1. – P.120.
15. Shedenhag J., Sjodin B. Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and long-distance runners//J. Sports Med. – 1984. – V.5. – P.255-261.
16. Spiro S.G. Exercise testing in clinical medicine//Brit. J.Dis.Chet. – 1977. – V.71. - № 2. – P.145.
17. Thoden J.S. Testing aerobic power //Physiological Testing of the High-Performance Athlete. – Human Kinetics, 1991. – P.107-173.

18. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of Sport and Exercise. – Champaign: Human Kinetics, 1994. – 549 p.
19. Vandewalle G.P., Monod H. Standart anaerobic exercise tests/Sport Medicine, 1987. – 4. –P.268-289.

Аннотация. Лысенко Е.Н., Мищенко В.С. *Отличия условий проявления максимальных аэробных возможностей спортсменов, обусловленных направленностью процессы длительной адаптации.* На основании обследования 54 высококвалифицированных спортсменов 19-24 лет, специализирующихся в беге на различные дистанции (100, 800 и 5000 м), показано влияние специфичности долговременной адаптации организма легкоатлетов на общий уровень аэробной мощности и условия максимального проявления аэробных возможностей кардиореспираторной системы. Для определения максимального уровня аэробных возможностей спортсменов выделены двигательные тесты, которые учитывают особенности условий мобилизации максимальных аэробных возможностей в зависимости от специфики спортивной специализации.

Ключевые слова: квалифицированные спортсмены, кардиореспираторная система, аэробные возможности, физические нагрузки.

Summary. Lysenko O.M., Mishenko V.S. *Differences of terms of display of maximal aerobic possibilities of the sportsmen conditioned by an orientation processes of the protracted adaptation.* On the basis of investigation of 54 elite male athletes aged 19-24, specializing in different running distances (100, 800 and 5000 m), the influence of specific character of long-term adaptation in the body of athletes on general level of aerobic power and conditions of maximum manifestation of cardiorespiratory system aerobic capacity was demonstrated. The determine maximum level of aerobic capacity in the athletes, motor tests that take into account the features of maximum aerobic capacity mobilization conditions due to specifics of sports specialization were selected.

Key words: skilled athletes, cardiorespiratory system, aerobic capacity, physical loads.

¹ Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту України

² Академія фізичного виховання і спорту Гданська

Одержано редакцією

12.02.2014

Прийнято до публікації

14.03.2014

СПЕЦИФІЧНІ РИСИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ДІТЕЙ 8-12 РОКІВ З НАБУТИМИ ЗОРОВИМИ ДИСФУНКЦІЯМИ

На підставі спектрального аналізу ЕЕГ-сигналу з високою роздільною здатністю досліджували пікову частоту, абсолютну та відносну спектральну потужність у 5 частотних діапазонах фоновій ЕЕГ у 45 дітей з набутими зоровими дисфункціями та 49 нормальнозорих дітей 8-12 років.

Специфічною рисою електричної активності головного мозку дітей з набутими зоровими дисфункціями в умовах спокійного неспання з закритими очима є зниження відносної спектральної потужності (ВСП) в бета-1 діапазоні, яке у хлопчиків виражене в лобових і тім'яних областях, а у дівчаток – по всій конвексимальній корі. У хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями в правій потиличній області спостерігалось зниження відносної спектральної потужності в альфа-діапазоні при одночасному підвищенні ВСП в тета- та дельта-діапазонах, а також зниження ВСП в бета-2 діапазоні в лівій потиличній області.

При пізно набутих зорових дисфункціях знижується активність таламічних генераторів альфа-активності та мезенцефальної ретикулярної формації. При цьому у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями посилюється активність лімбіко-ретикулярного комплексу. Пізно набуті зорові дисфункції супроводжуються зниженням електричної активності стріарної кори на фоні підвищення збудливості нейронів екстрастріарної кори, що більш виражено у хлопчиків.

Ключові слова: набуті зорові дисфункції у дітей, ЕЕГ, спектральний аналіз

Постановка проблеми. За даними медичної статистики на 1000 дітей, які проживають в Україні, припадає 4,3 дитини зі сліпотою і 38,0 – зі слабкозорістю, а найпоширенішою патологією органу зору є аномалії рефракції [4]. Значне обмеження зорової аферентації внаслідок зорових дисфункцій створює умови для дизонтогенетичного розвитку, закономірності перебігу якого є важливим питанням вікової фізіології, зокрема нейрофізіології

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З моменту появи ЕЕГ й досі залишається дискусійним питання про амплітудно-частотні характеристики альфа-активності при зорових дисфункціях. Так, в роботі [9] показано, що у 10–12-річних дітей з міопією частіше, ніж у дітей з еметропією, реєструвався сплюснений (на 14,7%), не модульований або слабо модульований (на 14,6%), деформований (на 4,6%) та нерегулярний (на 5,4%) альфа-ритм, а уповільнений альфа-ритм взагалі властивий лише дітям з міопією у 20% випадків.

Відносно амплітуди альфа-діапазону у дітей з зоровими дисфункціями також існують суперечливі дані. Так, у всіх дітей 10–12 років з міопією [9] та ½ дітей (6–14 років) з вродженим оптичним ністагмом відзначено зниження амплітуди альфа-діапазону [8]. Однак, є дані, що при зорових дисфункціях може зустрічатися високоамплітудна альфа-активність. Так, у дітей з оптичним ністагмом високоамплітудна альфа-активність (>70 мкВ) виявлялася у 42,2% випадків [8], а у дітей з гіперметропічною амбліопією – у 65% (амплітуда ≥ 65 мкВ) [2].

Дослідження, в яких аналізувалися спектральні показники ЕЕГ дітей з зоровими дисфункціями в період другого дитинства, зосереджені на окремих аспектах. Так, в роботі [5] аналізувалися тільки альфа- та тета-активність у 8-10-річних частковозорих дітей, що дозволило виявити зниження їх спектральної щільності потужності,

переважання піддіапазону альфа-1 над альфа-2; відсутність чітко вираженого лобово-потиличного градієнту спектральної щільності потужності в альфа-діапазоні.

У роботі [6] досліджувалися спектральні показники тільки в лобових і потиличних коркових областях 7–15-річних дітей з міопією, що дозволило виявити зниження електричної активності в лівій потиличній області та переважання тета-хвиль – в лобових.

Згідно розрізним ЕЕГ-даним при зорових дисфункціях відзначається посилення активності мезодієнцефальних [2] та дієнцефальних [8] структур, дисфункції підкоркових структур на фоні загальнономозкових дисциркуляторних проявів [6].

Отже, переважна більшість електрофізіологічних досліджень дітей з зоровими дисфункціями спрямована на характеристики альфа-активності та загальний клініко-функціональний візуальний аналіз ЕЕГ. Такий підхід не дозволяє в повній мірі надати об'єктивну кількісну характеристику функціонального стану корково-підкоркових структур головного мозку при зорових дисфункціях.

Мета статті – виявити специфічні риси електричної активності головного мозку дітей 8-12 років з набутими зоровими дисфункціями на підставі комплексного підходу, який включав спектральний аналіз високої роздільної здатності, з урахуванням усіх відведень та частотних діапазонів.

Методика

У дослідженні прийняло участь 45 дітей з набутими зоровими дисфункціями (27 хлопчиків і 18 дівчаток) та 49 нормальнозорих практично здорових дітей (27 хлопчиків та 22 дівчинки) періоду другого дитинства (8–12 років). Загальними критеріями для включення дітей у дослідження була відсутність органічної патології ЦНС та черепно-мозкової травми в анамнезі, неврологічних чи психічних розладів, фармакологічної терапії на момент дослідження. Дослідження проводилися з дотриманням національних норм біоетики та положень Хельсинської декларації 1975 р. (у редакції 2000 р.) за попередньою згодою самих дітей та письмовою згодою батьків після інформування про цілі, тривалість та процедуру дослідження.

До категорії дітей з набутими зоровими дисфункціями були включені діти з біокулярними рефракційними порушеннями зору, що виявлені після 3-річного віку дитини. Середня коригована гострота зору становила 0.68 ± 0.04 та 0.60 ± 0.04 для лівого та правого ока відповідно.

Реєстрацію та аналіз ЕЕГ здійснювали за загальноприйнятою методикою за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа «DX-5000» (ТОВ НВФ «DX-системи», Харків, Україна). Проведено спектральний аналіз ЕЕГ високої роздільної здатності з точністю до 0,001 Гц за допомогою пакету прикладних програм «*NeuroResearcher®*» (ТОВ «Інститут медичної інформатики і телемедицини»; Харків, Україна), що дозволило, на відміну від звичайного спектрального аналізу з кроком 0,5-1,0 Гц, виявити тонкі зміни функціонального стану головного мозку дітей при зорових дисфункціях.

ЕЕГ-потенціали відводили монополярно у 23 відведеннях відповідно до міжнародної системи «10-20» з усередненим референтним електродом за D. Goldman з симетричних областей. Виявлення окорухових артефактів на ЕЕГ здійснювали за окулограмою.

Фільтри низьких і високих частот становили відповідно 0,5 і 35 Гц, частота дискретизації ЕЕГ-сигналів – 400 Гц. Спектри розраховували на підставі швидкого перетворення Фур'є ЕЕГ-сигналів.

Процедура дослідження передбачала реєстрацію фонові ЕЕГ в стані спокійного неспання, з подальшим аналізом 35-45 с безартефактних фрагменти запису. У складі

ЕЕГ визначали стандартні частотні діапазони: дельта- (0,5–4 Гц), тета- (4–8 Гц), альфа- (8–12 Гц), бета1- (13–20 Гц) та бета2- (20–30 Гц) ритми.

У якості спектральних характеристик ЕЕГ використовували абсолютну спектральну потужність (АСП, мкВ^2) – індикатор амплітудної характеристики сигналу; відносну спектральну потужність (ВСП, %) – характеристика структури спектру (співвідношення різних ЕЕГ діапазонів) та пікову частоту (ПЧ, Гц) – індикатор найбільш вірогідного рівня функціонування системи.

Електрофізіологічні дані оброблялися загальноприйнятими методами варіаційної статистики та представлені у вигляді $\bar{x} \pm m$. Для порівняння груп дітей з різним станом зорової функції використовувався непараметричний критерій “U” Вілкоксона-Манна-Уїтні. Достовірними вважалися відмінності при значеннях $P \leq 0.05$.

Результати та їх обговорення

Оскільки нами у нормальнозорих дітей 8–12 років було виявлено значні гендерні відмінності у спектральних показниках, то надалі опис та аналіз дітей різної статі, з різним станом зорових функцій здійснювався окремо.

Дельта-діапазон. Встановлено, що при набутих зорових дисфункціях по всій конвексимальній корі (за винятком Fp1, P3, O1 у хлопчиків) спостерігаються більш високі ($P > 0,05$) значення ПЧ в дельта-діапазоні, але достовірними вони виявилися в правих верхній-лобовій (на 11,5%), верхній скроневій (на 26,0%) і тім'яній (на 18,5%) областях – у хлопчиків та лівій центральній області (на 32,5%) – у дівчаток.

Поряд із цим при набутих зорових дисфункціях спостерігалася тенденція ($P > 0,05$) й до більш високих значень АСП в дельта-діапазоні майже по всій конвексимальній корі (за винятком Fp2, F4, F8, T3, T5 у хлопчиків), але достовірними вони виявилися лише у дівчаток в лівому лобовому полюсі (на 19,7%).

Відносно ВСП в дельта-діапазоні необхідно зазначити, що спільною тенденцією для дітей обох статей з набутих зорових дисфункціями є тенденція ($P > 0,05$) до більш високих її значень в потиличних коркових областях, причому достовірні відмінності виявлені лише у хлопчиків у правій потиличній області (на 26,4%). У інших відведеннях характер змін ВСП в дельта-діапазоні при набутих зорових дисфункціях був гендерно специфічним. Так, у хлопчиків в більшості відведень спостерігалася тенденція ($P > 0,05$) до більш низьких значень (за винятком Fp1, F8, F8, P4, O1, O2, T5), а у дівчаток – до більш високих.

Тета-діапазон. Виявлено, що при набутих зорових дисфункціях у переважній більшості областей конвексимальної поверхні головного мозку спостерігалася тенденція ($P > 0,05$) до більш високих значень ПЧ (за винятком Fp1, Fp2, F8, T3, T4 – у хлопчиків та F3, F4, F7, F8, C3, C4, T4, T5 – у дівчаток). Проте достовірно більш високі значення ПЧ встановлені у хлопчиків з набутих зорових дисфункціями в правій центральній області (на 14,9%).

Аналогічна тенденція до більш високих значень спостерігалася й за показниками АСП (за винятком P3, P4 у дівчаток) та ВСП (за винятком Fp1, Fp2, P3 – у хлопчиків) в тета-діапазоні. Однак, достовірно більш високі значення ВСП виявлені в правій потиличній області (на 28,9%) хлопчиків з набутих зорових дисфункціями.

Альфа-діапазон. З'ясовано, що при набутих зорових дисфункціях спостерігається тенденція ($P > 0,05$) до більш низьких значень ПЧ в альфа-діапазоні по всій конвексимальній корі, яка найбільш виражена у хлопчиків. Так, хлопчики з набутих зорових дисфункціями характеризуються достовірно більш низькими значеннями ПЧ в альфа-діапазоні в правих тім'яно-скронево-потиличних областях (на 8,7%, 9,1% і 6,6% відповідно) та лобовому полюсі (на 6,5%).

На фоні загальної тенденції ($P>0,05$) до більш низьких значень АСП в альфа-діапазоні при набутих зорових дисфункціях у хлопчиків в відведеннях F3, C3, T3, T4, T5, P3, P4 та у дівчаток в відведеннях T4, T6 спостерігалася тенденція ($P>0,05$) до більш високих значень.

Цікаво, що у дівчаток з набутими зоровими дисфункціями у більшості областей конвексимальної кори (за винятком T6) спостерігалася тенденція ($P>0,05$) до зменшення внесок альфа-коливаль в загальну структуру спектру ЕЕГ-сигналу, тоді як у хлопчиків – до збільшення (за винятком Fp1, F8, T4, T6, P4, O1, O2). Достовірно нижчі значення ВСП в альфа-діапазоні виявлені тільки у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями в правій потиличній області (на 28,9%).

Бета-1-діапазон. У хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями у більшості областей конвексимальної поверхні головного мозку (за винятком O2) спостерігалася тенденція ($P>0,05$) до більш високих значень ПЧ в бета-1-діапазоні, тоді як у дівчаток – до більш низьких (за винятком Fp2, F4, C4, T3, O1, O2).

Незважаючи на це, як у хлопчиків, так і у дівчаток з набутими зоровими дисфункціями спостерігалася тенденція ($P>0,05$) до більш низьких значень АСП і ВСП в бета-1-діапазоні по всій конвексимальній корі (за винятком Fp2 у хлопчиків).

Достовірно більш низькі значення ВСП в бета-1 діапазоні виявлені у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями в лобових і тім'яних коркових областях, тоді як у дівчаток – майже по всій конвексимальній корі (табл. 1).

Таблиця 1

Відносна спектральна потужність (у %) в бета-1-діапазоні у стані спокійного неспання

Відведення ЕЕГ	Діти з набутими зоровими дисфункціями (n=45)		Нормальнозорі діти (n=49)	
	хлопчики (n=27)	дівчатка (n=18)	хлопчики (n=27)	дівчатка (n=22)
Fp1	5,04 ± 0,63	4,50 ± 0,40**	5,22 ± 0,40	6,27 ± 0,80
Fp2	5,64 ± 0,82	4,98 ± 0,66*	4,90 ± 0,33	6,88 ± 1,12
F3	7,14 ± 0,92*	6,70 ± 0,83**	7,76 ± 0,52	8,70 ± 0,71
F4	7,17 ± 1,00	6,95 ± 1,11*	7,41 ± 0,57	7,92 ± 0,52
F7	6,67 ± 0,70*	6,42 ± 0,46*	7,31 ± 0,47	8,12 ± 0,59
F8	7,48 ± 0,85*	7,64 ± 0,85	8,10 ± 0,52	8,89 ± 0,63
C3	6,23 ± 0,57	6,36 ± 0,58	6,96 ± 0,45	7,67 ± 0,49
C4	6,35 ± 0,76	6,37 ± 0,60	6,61 ± 0,47	7,26 ± 0,51
T3	7,33 ± 0,74	7,15 ± 0,48*	7,49 ± 0,50	9,23 ± 0,67
T4	7,65 ± 0,77	7,69 ± 0,70	7,99 ± 0,54	9,55 ± 0,71
T5	7,41 ± 0,71	7,40 ± 0,66*	7,90 ± 0,62	9,44 ± 0,64
T6	7,21 ± 0,82	6,64 ± 0,51**	8,07 ± 0,63	8,90 ± 0,59
P3	5,29 ± 0,43*	6,13 ± 0,60*	7,24 ± 0,68	7,77 ± 0,58
P4	5,36 ± 0,68*	5,72 ± 0,49*	6,42 ± 0,56	6,99 ± 0,49
O1	6,66 ± 0,58	6,79 ± 0,83*	7,90 ± 0,90	9,59 ± 0,85
O2	6,07 ± 0,75	6,31 ± 0,58*	7,33 ± 0,88	8,25 ± 0,61

Примітки. Зірочками позначені випадки достовірних відмінностей значень показників у групах дітей з зоровими дисфункціями від відповідних значень у нормальнозорих дітей на рівні * – $P\leq 0,05$, ** – $P\leq 0,01$, *** – $P\leq 0,001$

Бета-2-діапазон. З'ясовано, що при набутих зорових дисфункціях спостерігається тенденція ($P>0,05$) до більш високих значень ПЧ в бета-2-діапазоні у більшості областей конвексимальної кори (за винятком Fp1, Fp2, F8, T3, T5, P3, O1 – у хлопчиків

та О1 – у дівчаток). Достовірно більш високі значення ПЧ в бета-2-діапазоні виявлені тільки у дівчаток з набутими зоровими дисфункціями в лівій верхній лобовій області (на 6,4%).

За спектральною потужністю в бета-2-діапазоні виявлені гендерні особливості. Так у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями спостерігалася тенденція до більш високих значень АСП (за винятком Т6, О2) та ВСП (за винятком Р3, Р4) у більшості областей конвексимальної кори, тоді як у дівчаток – до зниження (за винятком АСП в Т4, Т5). Однак, достовірні відмінності виявлені тільки за ВСП в бета-2-діапазоні: у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями більш високі значення в лівій потиличній області (на 36,9%), а у дівчаток – більш низькі значення в обох лобових полюсах (на 30-39%) і правій задній скроневій області (на 27,6%).

Співвідношення низько- та високочастотних складових ЕЕГ ($\delta + \theta / \alpha + \beta_1 + \beta_2$). У дітей з зоровими дисфункціями спостерігалася більш виражене ($P > 0,05$) переважання повільно-хвильової активності у більшості областей конвексимальної кори (за винятком Fp2, С3, С4, Т4, Р3 – у хлопчиків і Т3 – у дівчаток). Достовірно більш високі значення індексу повільно-хвильової активності виявлені в потиличних областях (на 75–123%) хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями.

Відомо, що частотні діапазони ЕЕГ відображують функціональний стан різних мозкових систем. Спираючись на це, можемо відзначити, що у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями відбувається значне зниження активності таламічних генераторів альфа-активності, про що свідчить зниження пікової частоти альфа-активності у тім'яно-скронево-потиличних областях і ВСП в альфа-діапазоні в правій потиличній області.

Є відомості [3], що відведення О2 та О1 при розташуванні електродів за системою «10-20» відображують активність первинної та вторинної зорової кори відповідно. Виходячи з цього, виявлене нами збільшення частки дельта- й тета- активності в структурі спектру ЕЕГ в правій потиличній області та збільшення ВСП бета-2 діапазону в лівій потиличній області у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями відображує зниження активності стріарних нейронів на фоні посилення активності нейронів екстрастріарної кори.

Виявлені у хлопчиків з зоровими дисфункціями більш високі значення ВСП у дельта- й тета-діапазонах в правій потиличній області на фоні підвищення пікової частоти в дельта- та тета-діапазонах свідчать про посилення активності каудальних відділів стовбура головного мозку.

Найістотніших змін при набутих зорових дисфункціях як у хлопчиків, так і у дівчаток, зазнає відносна спектральна потужність у бета-1 діапазоні, знижуючись по всій конвексимальній корі. Однак, інтерпретація даного факту ускладнюється багатофункціональністю бета-1 активності. Зокрема, є відомості про її зв'язок з сомато-сенсорною увагою, низхідним контролем, короткочасною пам'яттю та складними асоціативними функціями [1], системою зворотного гальмування [7]. Оскільки в наших дослідженнях спектральні показники ЕЕГ аналізувалися в умовах спокійного неспання, то виявлені зміни бета-1 активності найімовірніше пов'язані з системою зворотного гальмування та вказують на посилення таламо-кортикальних синхронізуючих впливів. Імовірно, це пов'язано зі зниженням активності мезенцефальної ретикулярної формації.

Зазначимо, що у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями зниження ВСП в бета-1 діапазоні було локальним (лобові та тім'яні області) і відбувалося на фоні незначного підвищення пікової частоти цього діапазону, тоді як у дівчаток – було генералізованим і відбувалося на фоні незначного зниження пікової частоти. Це разом зі змінами спектральних показників у дельта- і тета-діапазонах дає підставу говорити не лише про зниження активності мезенцефальної ретикулярної системи, але й про

посилення активності лімбіко-ретикулярного комплексу у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями. На користь цього свідчить, той факт, що у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями достовірні зміни спектральних показників виявлені у правій півкулі, яка, як відомо, більшою мірою пов'язана з лімбіко-ретикулярною системою. У дівчаток з набутими зоровими дисфункціями спостерігається лише недостатність неспецифічної активуючої системи мозку.

Висновки

Результати проведеного комплексного електроенцефалографічного дослідження на підставі спектрального аналізу високої роздільної здатності дозволило виявити специфічні риси організації електричної активності головного мозку дітей 8-12 років з набутими зоровими дисфункціями.

Пізно набуті зорові дисфункції значною мірою знижують активність таламічних генераторів альфа-активності та неспецифічної активуючої системи мозку. При цьому у хлопчиків з набутими зоровими дисфункціями посилюється активність лімбіко-ретикулярного комплексу.

Пізно набуті зорові дисфункції супроводжуються зниженням електричної активності проєкційних відділів зорової сенсорної системи на фоні підвищення збудливості нейронів екстрастріарної кори, що більш виражено у хлопчиків.

Література

1. Campus C. Tactile exploration of virtual objects for blind and sighted people: the role of beta 1 EEG band in sensory substitution and supramodal mental mapping / C. Campus, L. Brayda, F. De Carli, R. Chellali, F. Famà, C. Bruzzo, L. Lucagrossi, and G. Rodriguez // J Neurophysiol. – 2012. – Vol. 107(10). – P. 2713–2729.
2. Бабаханова Д.М. Клинико-функциональная оценка состояния органа зрения в процессе лечения гиперметропической амблиопии / Бабаханова Д.М. // Российский медицинский журнал. Приложение. Клиническая офтальмология, 2011. – № 2. – С. 75 – 78.
3. Бондаренко М.Ф. Анализ взаимосвязей биоритмов головного мозга / М.Ф. Бондаренко, С.Г. Золкин, Е.Н. Малокуцко // Искусственный интеллект. – 2006. – № 1. – С. 4 – 11.
4. Риков С.О. Організація медичної допомоги та медико-соціальної реабілітації сліпим та слабкозорим дітям: проблеми та шляхи їх вирішення / С.О. Риков, Т.А. Аліфанова // Український медичний часопис. – 2003. – № 3 (35). – С. 67 – 72.
5. Рожкова Л.А. Использование электроэнцефалографии для оценки функционального состояния мозга детей и подростков при сенсорных нарушениях и их коррекция / Рожкова Л.А. // Дети с проблемами в развитии (комплексная диагностика и коррекция) / Под редакцией Л.П. Григорьевой. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2002. – С. 158 – 207.
6. Хацуков Б.Х. Зависимость электрической активности затылочных и лобных долей коры головного мозга, функции зрительного анализатора от кровоснабжения и обеспечения кислородом / Хацуков Б.Х., Колчинская А.З. // Фізіологічний журнал. – 2000. – Т. 46, № 6. – С. 45 – 53.
7. Черный С.В. и др. Перестройки церебрального электрогенеза человека после продолжительной антарктической экспедиции / Черный С.В., Моисеенко Е.В., Павленко В.Б., Семенюк В.П., Лисинчук В.В., Коваленко А.А., Мадяр С.-А.И., Ковалевская Е.Э. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), № 4. – С. 216-230.
8. Яковенко С.В. Патологические механизмы снижения зрительных функций и возможности их повышения у детей с врожденным оптическим нистагмом : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. мед. наук : специальности : 14.00.16 – патологическая физиология, 14.00.08 – глазные болезни / Яковенко Светлана Владимировна. – Ростов-на-Дону, 2008. – 24 с.
9. Ястребцева Т.А. и др. Электроэнцефалография у школьников 10-12 лет с близорукостью / Т.А. Ястребцева, С.И. Слуцкий, Т.Е. Демидова, В.Е. Поликрпова // Вестник офтальмологии. – 2011. – № 5. – С. 41 – 44.

Аннотация. Редька И.В. Специфические особенности электрической активности головного мозга детей 8-12 лет с приобретенными зрительными дисфункциями.

На основании спектрального анализа ЭЭГ-сигнала с высоким разрешением исследовали пиковую частоту, абсолютную и относительную спектральную мощность в 5 частотных диапазонах фоновой ЭЭГ 45 детей с приобретенными зрительными дисфункциями и 49 нормальнозрящих детей 8-12 лет.

Специфической чертой электрической активности головного мозга детей с приобретенными зрительными дисфункциями в условиях спокойного бодрствования с закрытыми глазами является снижение относительной спектральной мощности (ОСМ) в бета-1 диапазоне, которое у мальчиков выражено в лобных и теменных областях, а у девочек – по всей конвексальной коре. У мальчиков с приобретенными зрительными дисфункциями в правой затылочной области наблюдалось снижение ОСМ в альфа-диапазоне при одновременном повышении ОСМ в тета-и дельта-диапазонах, а также повышение ОСМ в бета-2 диапазоне в левой затылочной области.

Поздно приобретенные зрительные дисфункции сопровождаются снижением активности таламических генераторов альфа-активности и мезенцефальной ретикулярной формации. При этом у мальчиков с приобретенными зрительными дисфункциями усиливается активность лимбико-ретикулярного комплекса. Поздно приобретенные зрительные дисфункции сопровождаются снижением электрической активности стриарной коры на фоне повышения возбудимости нейронов экстрастриарной коры, что более выражено у мальчиков.

Ключевые слова: приобретенные зрительные дисфункции у детей, ЭЭГ, спектральный анализ

Summary. Redka I.V. Specific features of brain electrical activity of children aged with obtained visual dysfunction at 8-12 years.

The peak frequency, absolute and relative spectral power of 5 frequency band of EEG were studied in 45 children with obtained visual dysfunctions and 49 sighted children at 8-12 years. The spectral analysis of the EEG signal was done with high resolution.

A specific feature of the electrical brain activity of children with obtained visual dysfunction during eyes-closed resting state was characterized by decrease of relative spectral power (RSP) in the beta-1 band. This was observed in the frontal and parietal brain areas of boys and throughout convexital brain cortex of girls. Boys with obtained visual dysfunction was had the decrease of RSP in the alpha-band and increase of RSP in the theta- and delta- bands in the right occipital area, as well as increasing of RSP in beta-2 band in the left occipital area.

Late obtained visual dysfunction was associated by a decrease of activity of thalamic alpha-bands' generators and decrease of activity of midbrain reticular formation. As well the boys with obtained visual dysfunction was had increased activity of limbic-reticular complex. Late obtained visual dysfunction was associated by a decrease of electrical activity in striate cortex as well as increased neuronal excitability extrastriate cortex. This phenomenon was more typical by boys.

Key words: obtained visual dysfunction in children, EEG, spectral analysis

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Одержано редакцією	31.01.2014
Прийнято до публікації	14.03.2014

УДК 594.32 (477)

Ю.С. Рябцева

ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИНЫ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ РОДА *VIVIPARUS* В ВОДОЕМАХ УКРАИНЫ

В статье приведены данные по эмбриональной и постэмбриональной изменчивости раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* из двух украинских водоемов. Установлено, что в р. Буча обитают живородки с достоверно меньшими размерами взрослой раковины, чем у моллюсков из р. Южный Буг. Показано, что характеристики эмбриональных раковин *Viviparus* являются видовыми и хорошо узнаваемыми в обоих стационарах.

Ключевые слова: изменчивость, эмбриональная раковина, адультивная раковина, *Viviparus*, Украина.

Постановка проблемы, анализ последних публикаций.

Брюхоногие моллюски семейства Viviparidae часто являются значительным компонентом бентосных сообществ пресноводных водоемов. Представители этого семейства принимают участие в процессах самоочищения вод; они имеют трофические связи с другими гидробионтами, играют важную роль в трансформации энергии в экосистеме и выступают биоиндикаторами экологического состояния. Некоторые виды живородок включены в список таксонов, используемых для расчета индекса BMWPI, широко применяемого в Великобритании, Австралии, странах ЕС для оценки состояния проточных вод (Wright et al, 1993).

В литературе представлено достаточно много сведений о конхологической изменчивости живородок (Жадин, 1928; Павлюченкова, 1997; Рябцева, Анистратенко, 2012; Falniowski, 1996). Известно (Рябцева и др., 2010), что раковина взрослых вивипарид подвержена широкой постэмбриональной изменчивости, поэтому её размер и пропорции не могут служить весомым таксономическим признаком, особенно в случае с близкими видами - *V. viviparus* (Linnaeus, 1758) и *V. sphaeridius* (Bourguignat, 1880). Таким образом, невыразительный конхологический хиатус сильно затрудняет разграничение видов одного рода и мотивирует исследователей к поиску новых дифференциальных признаков.

Характерная особенность биологии живородок – яйцеживорождение – наталкивает на мысль об использовании морфологии раковины эмбрионов для дифференциации видов живородок. Поэтому детальное сравнительное исследование эмбриональной и постэмбриональной изменчивости раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* является крайне важным.

Сравнение морфологических особенностей протоконхов позволяет более точно определять границы между близкими видами у многих Gastropoda. В настоящее время использование набора признаков эмбриональной и/или личиночной раковины получает все более широкое распространение, в том числе и в применении к Viviparidae (Bandel, 1982; Riedel, 1993; Рябцева, Анистратенко, 2012).

Цель статьи – установить влияние окружающей среды на основные размерные характеристики эмбриональной и адультивной раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* из двух географически удаленных местообитаний в Украине.

Методика

Материалом для работы послужили собственные сборы моллюсков рода *Viviparus* в течение одного года из р. Южный Буг (с. Баловное, Новоодесский район, Николаевская область) и р. Буча (с. Лесная Буча, Киево-Святошинский район, Киевская область).

Моллюсков собирали ежемесячно с июня 2010 года по май 2011 года в пределах стационарных пунктов сбора (рис. 1) с помощью гидробиологического сачка. Сразу после отбора пробы фиксировали 96 % спиртом и затем хранили при температуре не выше 4-5°.



Рис. 1. Стационарные пункты сбора материала: залитыми кружками обозначены точки сбора *V. viviparus*; пустыми кружками – *V. sphaeridius*: 1 – р. Южный Буг, с. Баловное, Николаевская область, Украина; 2 – р. Буча, с. Лесная Буча, Киевская область, Украина.

Всего измерено, вскрыто и проанализировано 730 экз. взрослых моллюсков рода *Viviparus* и 953 эмбриона. В лаборатории для разграничения видов моллюсков, помимо традиционного конхологического метода, также использовали компараторный метод Я. И. Старобогатова (Старобогатов, Толстикова, 1986).

Для изучения эмбриональной раковины из выводковой камеры взрослых самок извлекались все эмбрионы различной степени зрелости: яйцевые капсулы без ясно обособленных раковин, эмбрионы с хрупкими раковинками внутри яйцевых капсул и эмбрионы со сформированными раковинами. В дальнейших исследованиях принимали участие эмбриональные раковины от 2,75 до 3,5 оборотов завитка.

Для оценки изменчивости каждая взрослая и эмбриональная раковина была промерена по основным параметрам: высота и ширина раковины, а также количество оборотов.

Измерение раковин взрослых особей проводили с помощью штангенциркуля (с точностью до 0,1 мм). Эмбрионов промеряли с помощью стереоскопического микроскопа МБС-9 с помощью окуляр-микрометра с точностью до 0,1 мм. При подсчете числа оборотов у эмбрионов и взрослых особей также использовали МБС – 9.

Все количественные данные были обработаны с помощью стандартного пакета программ PAST ver. 2.17 (Hammer et al., 2001).

Для каждого из выполненных промеров взрослых, эмбриональных раковин и радул были получены значения максимума, минимума, средней арифметической величины и ошибки среднего.

Оценку разности между промерами взрослых раковин разных видов вивипарид проводили с помощью t-критерия Стьюдента. Нулевую гипотезу отвергали при $p \leq 0,05$.

Однофакторный дисперсионный анализ был применен для определения взаимосвязи между местообитанием живородок и размерными характеристиками их взрослой раковины.

Характеристика стационарных пунктов сбора моллюсков.

Река Буча, с. Лесная Буча, Киевская область.

Изучаемый биотоп представляет собой искусственную мелководную запрудку на р. Буча. Для этого водоема характерна значительная плотность водной растительности с большим видовым разнообразием: *Potamogeton perfoliatus*, *Butomus umbellatus*, *Elodea canadensis* и др. В течение сезона 2010-2011 года становление ледового покрова происходило в конце ноября – начале декабря. Температура подо льдом, в придонном слое составляла 2-3°C (для определения температуры воды было завершено три замера в каждый месяц сбора). Освобождение ото льда происходит в марте месяце.

Моллюсков собирали с илистого дна или водной растительности на прибрежном участке площадью около 30 м².

Река Южный Буг, с. Баловное, Николаевская область.

Для этого биотопа характерна низкая плотность водной растительности, обусловленная крутыми склонами берегов и относительно быстрым течением. Моллюски были обнаружены на песчаном дне, на камнях, среди зарослей *Ceratophyllum demersum*, *Typha angustifolia* и др.

В конце ноября - начале декабря 2010 года проходило становление ледового покрова на р. Южный Буг. Температура подо льдом, в придонном слое составляла около 2-3°C (для определения температуры воды было совершено три замера в каждый месяц сбора).

Для сбора материала был выбран прибрежный участок площадью около 30 м², ограниченный с 2-х сторон чистым песчаным дном, а с третьей стороны – выступом берега.

Результаты и их обсуждение

Большинство параметров взрослой раковины живородок характеризуются широкой изменчивостью (Жадин, 1928; Рябцева и др., 2010). В связи с этим, применение размерных признаков и/или индексов адультивной раковины для диагностических целей довольно проблематично.

В то же время, географическая изменчивость пресноводных моллюсков, изучена недостаточно. Например, М. В. Винарский (2012) отмечает, что долгое время отвергалось само наличие географической изменчивости у пресноводных моллюсков. Считалось, что изменчивость моллюсков зависит не от географически ориентированных факторов, а от факторов, специфичных для данного местообитания.

В связи с различным географическим положением стационарных пунктов сбора, особо важно отметить резкое и, главное, устойчивое, отличие морфометрических характеристик живородок в изученных местообитаниях.

Результаты наших исследований (табл. 1) свидетельствуют о том, что при одинаковом количестве оборотов раковины *V. viviparus* из р. Буча достоверно меньше по своей высоте и ширине, чем раковины этого вида из р. Южный Буг (табл. 1). Это утверждение справедливо и для *V. sphaeridius* из этих местообитаний.

Таблица 1

Оценка достоверности отличий между высотой и шириной адультивной раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* на разных этапах её онтогенеза из р. Южный Буг и р. Буча (t-критерий)

Признак	Количество оборотов	<i>V. viviparus</i> р. Южный Буг – р. Буча			<i>V. sphaeridius</i> р. Южный Буг – р. Буча		
		t _c	Df	p<	t _c	df	p<
ВР	4,5	10,14	80	0,001	5,52	44	0,001
ШР		8,72	80	0,001	4,98	44	0,001
ВР	4,75	9,43	118	0,001	6,05	83	0,001
ШР		10,07	118	0,001	8,77	83	0,001
ВР	5	8,65	109	0,001	3,46	62	0,001
ШР		10,31	109	0,001	5,41	62	0,001
ВР	5,25	4,82	84	0,001	5,33	41	0,001
ШР		7,84	84	0,001	5,74	41	0,001
ВР	5,5	2,09	20	0,05	4,89	9	0,01
ШР		2,10	20	0,05	3,53	9	0,01

Кроме того, раковина *Viviparus* из р. Буча (рис. 2 – В, D) бурого цвета с плохо заметными спиральными полосами, тогда как для вивипарид из р. Южный Буг характерна светло-коричневая раковина с хорошо заметными бурыми полосами (рис. 2 – А, С).

Таким образом, установлены устойчивые различия в характеристиках адультивной раковины живородок из двух популяций, расположенных на территории Украины.

Эти различия могут быть обусловлены прямым воздействием определенных факторов среды, свойственных данным местообитаниям (например, фактор мелководности в р. Буча). Вполне вероятно, что такое отличие конхологических характеристик *Viviparus* может быть продиктовано различным географическим расположением стационаров – северная морфа украинских живородок гораздо мельче, чем южная. Однозначное решение этого вопроса требует дальнейших исследований. Особенно интересными представляются эксперименты по переселению пресноводных моллюсков с севера на юг и/или наоборот.

Эмбриональная раковина (протоконх) живородок – это часть раковины моллюска, сформированного в яйцевых оболочках до выхода эмбриона из выводковой камеры материнской особи во внешнюю среду. Таким образом, формирование протоконха у вивипарид проходит в относительно стабильных условиях материнского организма (Рябцева, Анистратенко, 2012). При этом эмбриональная раковина (сравнительно с яйцеживородящими видами гастропод) гораздо слабее подвержена влиянию среды, окружающей материнский организм.

Мы попытались установить различаются ли между собой эмбриональные раковины попарно у *V. viviparus* и *V. sphaeridius* из р. Южный Буг и р. Буча

Для установления диапазона конхологической изменчивости эмбриональной раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* из 2-х различных биотопов, мы проанализировали количественные характеристики этих раковин на строго фиксированной стадии эмбриогенеза – от 2,75 до 3,5 оборотов завитка.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа не было выявлено статистически значимых различий между размерными характеристиками эмбриональной раковины *V. viviparus* из р. Буча и р. Южный Буг ($F=0,334$, $p>0,05$ –

высота эмбриональной раковины, $F=6,21$, $p>0,05$ – ширина эмбриональной раковины). В морфометрических характеристиках эмбриональной раковины *V. sphaeridius* из этих двух пунктов сбора также не было выявлено статистически значимых отличий ($F=0,462$, $p>0,05$ – высота эмбриональной раковины, $F=0,975$, $p>0,05$ – ширина эмбриональной раковины).

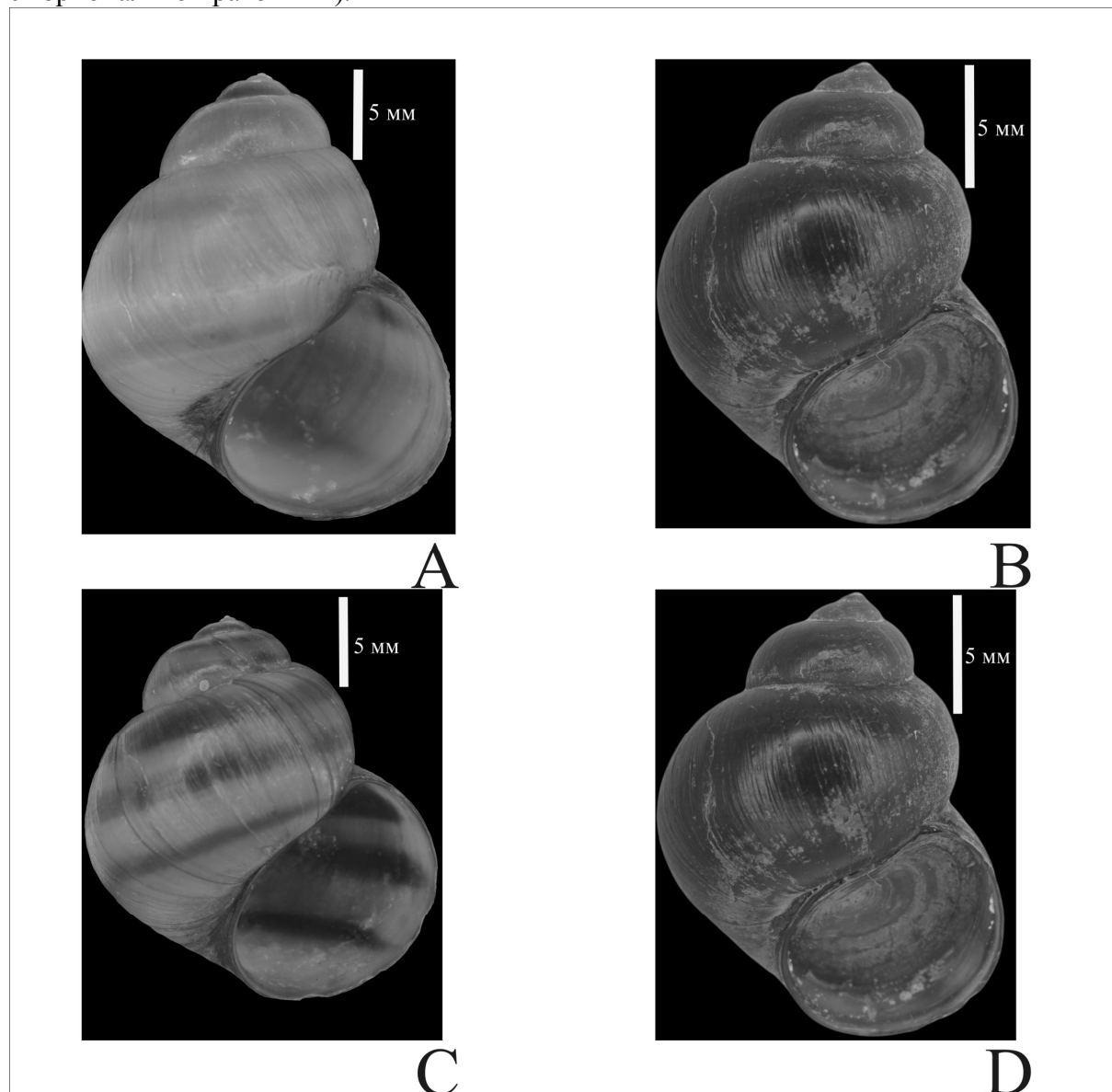


Рис. 2. Адультивные раковины рода *Viviparus*: А – *V. viviparus* из р. Южный Буг, Николаевская область, Украина; В – *V. viviparus* из р. Буча, Киевская область, Украина; С – *V. sphaeridius* из р. Южный Буг, Николаевская область, Украина; D – *V. sphaeridius* из р. Буча, Киевская область, Украина.

Эмбриональные раковины *V. viviparus* из 2-х различных биотопов не отличаются между собой по морфометрическим характеристикам раковины. Эмбриональные раковины *V. sphaeridius* из этих же биотопов также сходны между собой по конхологическим признакам.

Таким образом, характеристики эмбриональных раковин *Viviparus* являются видовыми и хорошо узнаваемыми в обоих стационарах. Следовательно, для диагностики близких видов живородок использование признаков эмбриональной раковины более эффективно, чем раковины взрослых моллюсков.

Выводы

Морфологические особенности адультивной раковины *V. viviparus* и *V. sphaeridius* в значительной мере определяются их местообитанием. Нами установлено, что живородки из р. Буча характеризуются более мелкими размерами при одинаковом числе оборотов, чем моллюски того же вида из р. Южный Буг. Морфометрические характеристики эмбрионов *V. viviparus* и *V. sphaeridius* из этих двух популяций попарно не отличаются друг от друга. Таким образом, характеристики эмбриональных раковин *Viviparus* являются видовыми и хорошо узнаваемыми в обоих стационарах.

Благодарности

Автор выражает благодарность д.б.н. В. В. Анистратенко (Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины) за ценные замечания и правки, сделанные при подготовке рукописи к печати. Работа выполнена при финансовой поддержке Программы совместных проектов НАН Украины и РФФИ, грант № 08-14-12 (У).

Литература

1. Винарский М. В. Географическая изменчивость пресноводных моллюсков / М. В. Винарский // Журнал общей биологии. – 2012. – Т.73, № 2. – С. 125 – 137.
2. Жадин В. И. Исследование по экологии и изменчивости *Viviparus fasciata* Müll. /В. И. Жадин – Монографии Воложской биологической станции. - № 3. – Саратов, 1928. – 94 с.
3. Павлюченкова О. В. Морфолого-функциональный и кариологический анализ моллюсков надсемейства Viviparoidea (Gastropoda, Pectinibranchia) фауны России и сопредельных территорий: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08 / О. В. Павлюченкова. – Ст.-Петербург, 1997. – 19 с.
4. Рябцева Ю. С. Морфология эмбриональной раковины и изменчивость телеоконха брюхоногих моллюсков рода *Viviparus* фауны Украины / Ю. С. Рябцева, О. Ю. Анистратенко, В. В. Анистратенко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2010. – № 2 (43). – С. 430 – 434.
5. Рябцева Ю. С. Морфологические особенности эмбриональной раковины моллюсков рода *Viviparus* (Gastropoda: Viviparidae): попытка разграничения близких видов, обитающих в Украине / Ю. С. Рябцева, В. В. Анистратенко // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. – 2012. – Вып. 15 / 16. – С. 117 – 128.
6. Старобогатов Я. И. Моллюски. Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. Сер. История озер СССР / Я. И. Старобогатов, Н. В. Толстикова – Л.: Наука, 1986. – С. 156-165.
7. Bandel K. Morphologie und Bildung der frühontogenetischen Gehäuse bei conchiferen Mollusken / K. Bandel // Facies (Erlangen) Bd. – 1982. – Vo. 7. – S. 1 – 198.
8. Falniowski A. Embryonic shells of *Viviparus* – what they may tell us about taxonomy and phylogeny? (Gastropoda: Architaenioglossa: Viviparidae) / A. Falniowski, K. Mazan, M. Szarowska // Malacologische Abhandlungen. – 1996 a. – Bd. 18, № 3. – P. 35-42.
9. Hammer Ø. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. Hurper, P. D. Ryan // Paleontologica electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 19.
10. Riedel F. Early ontogenetic shell formation in some freshwater gastropods and taxonomic implications of the protoconch / F. Riedel // Limnologia. – 1993. – 23. P. 349 – 368.
11. Wright M. Infestation of dried cassava and maize by *Prostephanus truncatus*: entomological and socio-economic assessments for the development of loss reduction strategies / M. Wright, D. Akou-Edi, A. Stabrawa. – Larger Grain Borer Project, Togo, NRI-report R1941, Chatham, U.K., 1993. – 141 pp.

Анотація. Рябцева Ю. С. Внутрішньовидова мінливість черепашки черевоногих молюсків роду *Viviparus* у водоймах України. В статті наведено дані щодо ембріональної та постембріональної мінливості черепашки *V. viviparus* и *V. sphaeridius* з двох українських водойм. Встановлено, живородки з р. Буча мають достовірно менші розміри дорослої черепашки, ніж моллюски з р. Південний Буг. Показано, що характеристики ембріональних черепашок *Viviparus* є видовими та їх легко розпізнати в обох стаціонарах.

Ключові слова: мінливість, ембріональна черепашка, адультивна черепашка, *Viviparus*, Україна.

Summary. Ryabceva Yu. S. Intraspecific shell variability in gastropods of genus *Viviparus* from Ukraine. The paper deals with the embryonic and postembryonic variability of shell in *V. viviparus* and *V. sphaeridius* from two Ukrainian freshwaters. It is observed that the viviparids shells in river Bucha is smaller than in South Bug. It is noted that adult *Viviparus* from river Bucha are characterized by reddish-brown shell with invisible spiral strips on its surface. Viviparids in river South Bug have a light-brown shell with clear visible strips. They are stretched the shell's length and those strips are visible on the internal surface of the shells. We conclude that the morphological traits of the adult shell within genus *Viviparus* are determinate by environmental conditions.

The dimensional parameters of embryonic shell in *V. viviparus* from river Bucha do not differ from those in *V. viviparus* from river South Bug. Characters of embryonic shell in *V. sphaeridius* from river Bucha are also similar to such characters in *V. sphaeridius* from river South Bug. It is shown that the characters of embryonic shells in *Viviparus* from studied populations are reliability on specific level.

Statistical methods reveal a certain value of dimensional parameters of embryonic shell as an efficient tool for the taxonomy and discrimination of closely related species in the viviparids.

Key words: variability, embryonic shell, adult shell, *Viviparus*, Ukraine.

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України

Одержано редакцією	11.12.2013
Прийнято до публікації	14.03.2014

УДК 612.2

С.О. Собіщанський, В.С. Чічкін, М.Ю. Макаrchук

ПРИЛАД ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ ЛЮДИНИ

Розроблено прилад, принцип дії якого полягає у реєстрації зміни температур на основі термоелектричного ефекту. Запропонований авторами прилад є досить простим у застосуванні та не потребує використання високоточного обладнання для отримання показників дихання людини.

Ключові слова: термоелектричний ефект, пневмограф.

Постановка проблеми. Реєстрація параметрів зовнішнього дихання людини, крім діагностичного значення, має важливе значення у психофізіологічних дослідженнях. Об'єктивні дані щодо характеру дихання людини є невід'ємною складовою при оцінці функціонального стану людини. Крім того, отримання даних щодо параметрів дихання людини при різних функціональних навантаженнях та пробах дає можливість характеризувати адаптаційні можливості організму та простежити, як змінюється параметри дихання людини залежно від поставленого завдання. В наш час залежно від того, які об'єктивні характеристики дихання людини потрібно отримати, використовують різні методи та засоби реєстрації зовнішнього дихання людини.

Аналіз останніх публікацій. Одним з найбільш поширених засобів для реєстрації зовнішнього дихання людини є метод пневмографії, за даними якого можуть бути визначені частота і ритм дихання, тривалість фаз вдиху і видиху, дихального циклу [5]. Зважаючи на те, що пневмографія не дає кількісної оцінки вентиляції легень, її зазвичай доповнюють методом спірометрії або спірографії, які дають можливість зареєструвати основні дихальні об'єми [4]. Найбільш поширеними є механічні та електричні пневмографи. Принцип роботи механічних пневмографів полягає в механічній передачі коливань грудної клітки на механізм, важіль якого пише криву на стрічці кімографа. Недоліком таких вимірювань є велика кількість м'язевих артефактів. Принцип дії електричних пневмографів полягає у вимірюванні імпедансу грудної клітки. До недоліків електричного пневмографа можна віднести потребу у високоточних підсилювачах та перетворювачах сигналу [5].

Іншим методом вимірювання дихальних рухів є метод вимірювання зміни об'єму грудної клітки за допомогою тензорезистора. Принцип роботи тензорезистора пов'язаний з явищем п'єзорезистивного ефекту - зміни електричного опору провідників або напівпровідників при їх механічній деформації. В реальних умовах зміни опору досить невеликі і тому потребують використання різних підсилювачів. Інколи для реєстрації фаз дихання людини використовують індукційний вимірювач лінійних переміщень. В такому випадку на тілі обстежуваного розміщують дві котушки індуктивності, одна з яких є передавачем, інша – приймачем. Котушки індуктивності розміщують таким чином, щоб одна з них розташовувалась на спині, а інша на грудях обстежуваного. В основі принципу дії індукційного вимірювача лежить вимірювання електромагнітних хвиль між котушками в різні фази дихального циклу [5].

В наш час широко використовуються методи реєстрації зовнішнього дихання людини на основі методів фотоплетизмографії. Принцип дії фотоплетизмографа полягає в опроміненні інфрачервоними променями тканин організму та реєстрації тих хвиль, що відбилися від тканин, внаслідок такого опромінення [1]. Пристрої на основі методу фотоплетизмографії набули широкого поширення завдяки своїй неінвазивності, можливості використання пристроїв невеликих розмірів, простоті апаратної реалізації.

Однак, цей метод має певні недоліки, які, перш за все, пов'язані з розміщенням чутливого елемента на шкірі та способом його кріплення [1, 2]. Більш точним методом для вимірювання об'єму повітря, що вдихається та видихається, є використання повітряного плетизмографа. Плетизмограф - це герметизована камера, яка повністю вміщує в собі тіло обстежуваного. Під час вдиху грудна клітка розширюється і виштовхує повітря з камери. Незважаючи на високу точність отриманих даних, одночасне використання об'ємних камер для запису плетизмографії разом з іншими приладами є досить незручним, однак в наш час все більшого поширення набувають портативні плетизмографи, єдиним недоліком яких є висока вартість [6, 7].

Підсумовуючи, зазначимо, що всі сучасні прилади реєстрації дихання людини є досить складними, і наявність таких приладів в психофізіологічних лабораторіях небагато.

Мета статті. Розробка приладу для реєстрації зовнішнього дихання людини.

Виклад основного матеріалу

Принцип дії запропонованого нами приладу полягає у вимірюванні різниці температур повітря, що вдихається та видихається, на основі термоелектричного ефекту (термопари). Під час реєстрації чутливий до зміни температури елемент приладу закріплюється біля ніздрів людини, яка бере участь у досліді.

Принципова електрична схема приладу приведена на Рис. 1. Перелік елементів до схеми приведено в таблиці 1.

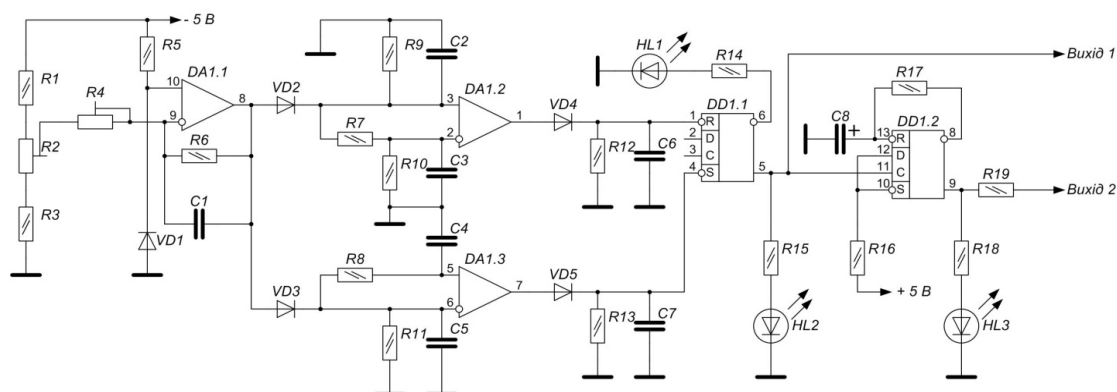


Рис. 1. Схема електрична принципова. Прилад реєстрації частоти дихання

Як чутливий до зміни температури елементу використовується напівпровідниковий діод VD1. Як відомо, напруга на переході напівпровідникового діода залежить від температури і змінюється близько 2 мВ на 1°C. Ця зміна підсилюється операційним підсилювачем DA1.1. Резистор R5 є струмостабілізуючим для діода VD1. Резистори R1 – R3 встановлюють початкову напругу на виході підсилювача DA1.1, і використовуються для калібрування приладу при мінімальній температурі. Елементи R4, R6 та C1 входять до складу кола негативного зворотного зв'язку підсилювача DA1.1. Таким чином, за допомогою резистору R4 можна змінювати коефіцієнт підсилення цього підсилювача, а отже, і загальну чутливість приладу. На елементах DA1.2, DA1.3, R7 – R11, C2 – C5 виконано компаратори, які реагують на зміну напруги на виході підсилювача DA1.1. На елементах DD1.1, R12 – R15, C5, C6, VD4, VD5 та HL1, HL2 виконано реєстратор вдиху та видиху. На елементах DD1.2, R16 – R19, C8, HL3 виконано формувач короткого імпульсу початку видиху.

Таблиця 1

Перелік елементів схеми електричної принципової приладу реєстрації частоти дихання

Умовні позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
C1	Конденсатор C-CER 0,01 мкФ 50 В	1	
C2	Конденсатор C-CER 0,1 мкФ 50 В	1	
C3	Конденсатор C-CER 1,5 мкФ 25 В	1	
C4	Конденсатор C-CER 0,22 мкФ 50 В	1	
C5...C7	Конденсатор C-CER 0,1 мкФ 50 В	3	
C8	Конденсатор C-EL 10,0 мкФ 16 В	1	
DA1	Мікросхема К1401УД2	1	
DD1	Мікросхема К555ТМ2	1	
HL1	LED 3.0 mm Green	1	
HL2	LED 3.0 mm Yellow	1	
HL3	LED 3.0 mm Red	1	
R1	Резистор МЛТ-0,125 1,6 КОм $\pm 10\%$	1	
R2	Резистор 3323Р 100 Ом	1	
R3	Резистор МЛТ-0,125 150 Ом $\pm 10\%$	1	
R4	Резистор 3323Р 22 КОм	1	
R5	Резистор МЛТ-0,125 5,1 КОм $\pm 10\%$	1	
R6	Резистор МЛТ-0,125 680 КОм $\pm 10\%$	1	
R7, R8	Резистор МЛТ-0,125 100 КОм $\pm 10\%$	2	
R9	Резистор МЛТ-0,125 10 КОм $\pm 10\%$	1	
R10	Резистор МЛТ-0,125 2,0 МОм $\pm 10\%$	1	
R11	Резистор МЛТ-0,125 10 КОм $\pm 10\%$	1	
R12...R15	Резистор МЛТ-0,125 510 Ом $\pm 20\%$	4	
R16	Резистор МЛТ-0,125 2,0 КОм $\pm 20\%$	1	
R17	Резистор МЛТ-0,125 2,6 КОм $\pm 10\%$	1	
R18	Резистор МЛТ-0,125 510 Ом $\pm 20\%$	1	
R19	Резистор МЛТ-0,125 10 КОм $\pm 20\%$	1	
VD1...VD5	Діод 1N4148	5	КД522Б

Принцип роботи схеми. В початковий момент часу, коли температура чутливого елементу незмінна, на виходах обох компараторів DA1.2 та DA1.3 встановлюється високий потенціал напруги. Це можливо завдяки тому, що потенціали не інвертованих входів операційних підсилювачів DA1.2 та DA1.3 дещо більші, ніж потенціал інвертованих входів за рахунок струмів зміщення підсилювачів. Під час видиху температура чутливого елементу збільшується, що призводить до збільшення напруги на виході підсилювача DA1.1. За рахунок наявності резистору R8 напруга на інвертованому вході компаратора DA1.3 збільшується швидше, ніж на не інвертованому вході, що призводить до перемикання компаратору. Це, в свою чергу,

Таблиця 2

Перелік елементів схеми електричної принципової блоку живлення приладу реєстрації частоти дихання

Умовні позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
C1, C2	Конденсатор C-EL 470,0 мкФ 16 В	2	
C3, C4	Конденсатор C-CER 0,1 мкФ 50 В	2	
C5, C6	Конденсатор C-EL 220,0 мкФ 10 В	2	
C7, C8	Конденсатор C-CER 0,1 мкФ 50 В	2	
DA1	Мікросхема ICL78L05	1	
DA2	Мікросхема ICL79L05	1	
T1	Трансформатор 220 В / 2 х 9 В, 0,1 А	1	
VD1	Міст діодний RS103	1	КЦ407А

Висновки

Підсумовуючи все вище перераховане, можна стверджувати, що прилад запропонований нами, є досить простим та надійним, використання його у фізіологічних дослідженнях дає можливість експериментатору отримати об'єктивні дані щодо частоти та фаз дихання людини. Такий прилад стане в нагоді для тих, хто потребує даних щодо показників дихання людини і не має можливості використовувати високоточні пневмографи або прилади на основі методу фотоплетизмографії.

Література

1. Павлов С.В. Інформаційні технології оброблення фотоплетизмографічних сигналів на основі Фур'є-перетворень / Павлов С.В., Прокопова М.О., Козловська Т.І., Мазен М. // Біомедичні оптико-електронні системи та прилади. – 2009. – С.164-172.
2. Павлов С.В. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи / Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Петрук В.Г. та ін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2007. – 254 с.
3. Блохин И.П. Фазовый анализ дыхательного акта / Блохин И.П. // Физиол. журн. СССР. – 1980. – Т.65. – № 12. – С. 1783-1789.
4. Гришин О.В. Действие дополнительного сопротивления дыханию на вентилицию и газообмен в легких у больных ХОБЛ / Гришин О.В., Урюмцев Д.Ю. // Бюллетень: Физиология и патологии дыхания. – 2013. – Вып.50. – С.16-19.
5. Черниговский В.Н. Физиология дыхания. В серии: "Руководство по физиологии". Под ред. Акад. В.Н. Черниговский. – 1973. Изд-во "Наука", Ленингр. отд., Л.- 352 с.
6. Clarenbach CF. Monitoring of ventilation during exercise by a portable respiratory inductive plethysmograph / Clarenbach CF., Senn O., Brack T., et al. // Chest. – 2005. V 128 (3). – P.1282-1290.
7. Monasterio V. Robust classification of neonatal apnoe-related desaturations / Monasterio V., Burgess F., Clifford CD. // Physiol. Meas. – 2012. – V 33 (9). – P.1503-1516.

Аннотация. Собищанский С.О., Чичкин В.С., Макачук М.Ю. Система для регистрации внешнего дыхания у человека. Предложено устройство, принцип действия которого заключается в регистрации изменении температур на основе термоэлектрического эффекта. Предложенный авторами прибор, достаточно прост в использовании и не требует использования высокоточного оборудования для получения некоторых показателей дыхания человека.

Ключевые слова: термоэлектрический эффект, пневмограф.

Summary. *Sobishchanskyi S.O., Chichkin V.S., Makarchyk M.U. The system for the registration of external respiration in humans. Proposed device, principle of which is to record the temperature variations based on the thermoelectric effect. Proposed authors device is easy to use and does not require the use of high-precision equipment for some of the indicators of human breathing.*

Keywords: *thermoelectric effect, pneumogram.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією	24.01.2014
Прийнято до публікації	14.03.2014

К 502.7:502.8 (477.46)

О.В. Спрягайло¹, С.Я. Діденко²,
Л.В. Миколенко³, О.С. Галушко²

УРОЧИЩЕ «ХОДАЧКИ» – ПЕРСПЕКТИВНА ПАМ'ЯТКА ПРИРОДИ

У статті висвітлено результати історико-ботанічних досліджень природного урочища в с. Будище Лисянського району Черкаської області у розрізі його пов'язаності з творчістю Т.Г. Шевченка. Подано інформацію про морфометричні показники і стан вікових дерев, що зростають на дослідженій території, дано опис природного комплексу урочища, обґрунтовуються перспективи оголошення його об'єктом природно-заповідного фонду.

Ключові слова: урочище, вікові дерева, пам'ятки природи, Т. Шевченко, природно-заповідний фонд.

Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій. Середнє Подніпров'я – це історично сформована територія у лісостеповій зоні України, осью якою є середня течія річки Дніпро. Її межі на правому березі знаходяться між м. Українка та м. Канів у північній частині, м. Чигирин на півдні та м. Звенигородка на заході; на лівому березі – від м. Переяслав-Хмельницький на півночі до впадіння р. Сула у Дніпро – на півдні [7]. Цей регіон має дуже багату історію і увібрав у себе події, пов'язані із трипільською культурою, скіфськими поселеннями, часами Київської Русі, Козаччини, а також – яскравими моментами ХХ століття: Холодноярською Організацією, партизанським рухом II Світової війни та ін. Багато міст на цій території були створені переважно у період з 10-12 століття (Переяслав-Хмельницький, Кагарлик Київської обл., Канів, Корсунь-Шевченківський Черкаської обл.) до 16-17 ст. (Золотоноша (1567), Сміла (1542), Чигирин (1512), Кам'янка, Миронівка Київської обл.) і відображують у собі відбитки історичних подій, що відбувалися в Центральній Україні з тих часів і до наших днів [2,3].

У зв'язку з цим, а також завдяки сприятливому географічному положенню та наявності унікальних природних комплексів, Середнє Подніпров'я представляє значну культурну й туристичну цінність.

Яскравим доповненням до історико-культурних цінностей зазначеної території є вікові та меморіальні дерева, якими надзвичайно багатий регіон. Тут зростає понад 1000 екземплярів (29 видів і культиварів) дерев, вік яких оцінюється у понад 100 років. Серед представників Pinophyta найпоширенішими довгожителами є Pinus nigra J.F.Arnold (понад 200 рослин), P. sylvestris L. (понад 100) та Picea abies (L.) H.Karst. (62), з-поміж Magnoliophyta – Quercus robur L. (понад 200, з яких 13 рослин віком 300-1000 років), Juglans nigra L. (222 екземпляри), Aesculus hippocastanum L. (понад 100) та ін. [5,6].

Режим охорони, догляду за віковими і меморіальними рослинами, а також ступінь доступності для туристів часто суттєво відрізняються. Регіон пов'язаний із життям і діяльністю багатьох яскравих історичних постатей – Т. Шевченка, Б. Хмельницького, Г. Сковороди, М. Гоголя, П. Чайковського, М. Максимовича, М. Залізняка та багатьох інших. Значна частка дерев-ветеранів у народі названа іменами відомих людей, які у свій час були пов'язані із територіями, де зростають такі рослини. Так, у різних населених пунктах зустрічаються «Дуби Т.Г. Шевченка» (у с. Будище та с. Моринці Звенигородського р-ну, у с. Прохорівка Канівського р-ну; на території Шевченківського національного заповідника у м. Каневі тощо), «Дуб О. Кошового» у м. Каневі, «Дуб Д. Карбишева» у м. Корсунь-Шевченківському, «Сосна М. Гоголя» у с.

Прохорівка Канівського р-ну, «Липа М. Максимовича» у Золотоніському районі, «Дуб М.Залізняка» у Холодному Яру та ін. [6].

Нами проведено дослідження маловідомого природного урочища на території с. Будище Лисянського району Черкаської області, яке могло слугувати прообразом для написання Т. Шевченком твору «Тече вода з-під явора».

Метою статті було оцінити стан вікових дерев *Populus alba* L., що зростають на території урочища, дати опис природного комплексу території, обґрунтувати можливість оголошення її об'єктом природно-заповідного фонду.

Методика

Таксономічний склад фітоценозів визначали внаслідок маршрутних обстежень у жовтні 2013 р. Назви рослин приймали у відповідності з роботами С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [9], біометричні показники вікових дерев встановлювали за методиками Н.П. Анучіна [1].

Результати та їх обговорення

Земельна ділянка, пропонована до заповідання, розташована в адміністративних межах Будищанської сільської ради Лисянського району в північно-західній частині с. Будище, за межами населеного пункту та знаходиться на землях лісогосподарського призначення, що перебувають у постійному користуванні ДП «Лисянське лісове господарство» (лісовий масив загальною площею 6,1 га).

Урочище представлене похилим масивом, вкритим деревною рослинністю за участю *Tilia cordata* Mill., *Populus alba*, *P. nigra* L., *Salix alba* L., *S. pentandra* L., *Sambucus nigra* L., *Euonymus europaea* L. та ін. (кут нахилу – близько 30°), що переходить у лучно-болотну ділянку, яка використовується під пасовище. На вказаній території є 2 невеликих озера (площею близько 0,2-0,4 га кожне), що підживлюються джерельними водами. Одне із джерел оформлене у вигляді невеликої криниці, стінки викладено каменем.

Біля верхнього озера, безпосередньо у місці виході на поверхню одного із джерел, нами зафіксовано зростання трьох вікових рослин *Populus alba* із такими морфометричними показниками: рослина №1: обхват стовбура (на висоті 1,3 м) – 4,8 м, діаметр – 1,53 м; рослина №2: обхват – 3,83 м, діаметр – 1,22 м; рослина №3: обхват – 3,6 м, діаметр – 1,15 м. Рослини перебувають у задовільному стані.

З огляду на діаметр стовбурів зазначених рослин, їхній приблизний вік становить не менше 140-170 років. Проте наявність спільної основи на рівні кореневої шийки свідчить, що сучасні стовбури зазначених рослин, ймовірно, утворилися внаслідок відмирання попередніх, на спільній кореневій системі.

Оскільки сукупний обхват пригрунтової частини рослин становить понад 10 м (гіпотетичний діаметр – 3,18 м), можна припустити, що загальний вік досліджених екземплярів (зокрема, нижньої частини) становить не менше 300 років. Відтак – дерева могли бути великими сформованими рослинами упродовж XIX ст., тобто сучасниками Т. Шевченка, а саме урочище сповна могло надихнути поета на написання поетичних творів.

На таку думку, окрім зростання вікових яворів (тополя біла в Центральній Україні здавна має назву явора), з-під яких буквально починається одне із джерел, наштотує також схожість описів Т. Шевченком природи у відомому вірші, із сучасними краєвидами: наявність горбистої, поритої ярами, місцевості, з якої стікає джерельна вода («тече вода з-під явора...»), лучно-болотної («...яром на долину», «...а кругом їх верболози й лози зеленіють») та лісових ділянок («тече вода із-за гаю»), водойм та близькості до сільських обійсть («...хлюпоцуться качаточка помеж осокою», «...тече

вода *край города*, вода *ставом* стала»). Крім цього, історики та краєзнавці вважають, що попід зазначеними яворами пролягала стара болотиста дорога від Моринець до Лисянки (місцева назва – «Ходачки»), і саме по ній малий Тарас ходив шукати вчителя малювання, а шлях, який він сам описує у «Прогулке с удовольствием и не без морали» – то давня дорога до Лисянки, через Гнилий Тікич, попід місцевим єврейським кладовищем [4, 8].

Крім зазначених дерев, на території урочища трапляються й інші вікові рослини, зокрема *Salix alba* L. (обхват – 5 м, діаметр – 1,6 м, висота – 15 м, сильно вражене омелою), та ще кілька екземплярів *Populus alba* (обхват – 5,5-6,86 м, діаметр – 1,75-2,18 м, висота – 22-24 м), а також угруповання водно-болотних рослин та лучні екосистеми. З метою виявлення інших цінних елементів природи, флора, рослинність і тваринний світ урочища потребує подальших наукових досліджень, зокрема, у ранньо-весняний та літній періоди.

Зазначена ділянка потребує негайного взяття під охорону, оскільки є суттєві ризики подальшого впливу господарської діяльності на місцеві природні комплекси, у т.ч. і на елементи природи, що мають історико-культурну цінність.

У відповідності до закону України «Про природно-заповідний фонд України», «пам'ятками природи оголошуються окремі унікальні природні утворення, що мають особливе природоохоронне, наукове, естетичне, пізнавальне і культурне значення, з метою збереження їх у природному стані». Територія об'єкта утворена типовими природно-антропогенними ландшафтами Середнього Подніпров'я, пов'язана з історичними подіями й постатями та представляє значну природну, культурну й історичну цінність, а відтак – потребує охорони.

Висновок

З огляду на отримані дані, обстежене урочище має незаперечну природно-історичну цінність як резерват вікових рослин і унікальних природних комплексів, має бути включене до переліку об'єктів ПЗФ (пропонована назва – «Ходачки») та зайняти чільне місце серед відвідуваних туристами пам'яток природи, історії та культури.

Література

1. Анучин Н. П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н. П. Анучин. – 5-е изд., доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Історія міст і сіл Української РСР. Київська область / Ф. М. Рудич (голова ред. колегії) та ін. – К.: Гол. ред. УРЕ АН УРСР, 1971. – 792 с.
3. Історія міст і сіл Української РСР. Черкаська область. / За ред. В. М. Кулаковського – К.: Гол. ред. УРЕ АН УРСР, 1972. – 652 с.
4. Миколенко Л.В. «Тече вода з-під явора» / Л.В. Миколенко // Науково-публіцистичний вісник Шевченківського національного заповідника «Чернеча гора». – Канів. – С. 5.
5. Спрягайло О. В. Меморіальні дерева Середнього Подніпров'я / / О. В. Спрягайло // Старовинні парки і ботанічні сади – наукові центри збереження біорізноманіття рослин та охорони історико-культурної спадщини : міжнар. наук. конф. : матеріали. – Умань, 2011. – С. 36-38.
6. Спрягайло О. В. Меморіальні дерева як об'єкти екотуризму / О. В. Спрягайло, О. А. Спрягайло // Технологічні особливості охорони, збереження та лікування багатовікового історичного дерева «Дуба Максима Залізняка»: Матеріали I та II Міжнародних науково-практичних семінарів (2009, 2011 р.р.). – Черкаси: ФОП Белінська О. Б., 2012. – С. 85-87.
7. Чабан А. Ю. Середнє Подніпров'я: в 2 т. / А. Ю. Чабан. – Книга 1. – Черкаси : РВВ ЧДУ, 1999. – 188 с.
8. Шевченко Т. Г. Зібрання творів: У 6 т. / Т. Г. Шевченко. – Т. 4: Повісті. – К., 2003. – С. 208-326.
9. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 345 p.

Аннотація. Спрягайло А.В., Диденко С.Я., Миколенко Л.В., Галушко О.С. Урочище «Ходачки» – перспективна пам'ятка природи. В статті отражені результати історико-

ботанических исследований природного урочища в с. Будище Лысянского района Черкасской области в разрезе его связанности с творчеством Т.Г. Шевченко. Представлена информация о морфометрических показателях и состоянии вековых деревьев, произрастающих на исследованной территории, а также дано описание природного комплекса урочища, обосновываются перспективы объявления его объектом природно-заповедного фонда.

Ключевые слова: урочище, вековые деревья, памятники природы, Т. Шевченко, природно-заповедный фонд.

Abstract. *Spryahaylo O.V, Didenko S. J, Mykolenko L.V, Halyshko O.S. «Khodachky» natural boundary – a promising natural monument. The article highlights the results of historical and botanical research of natural ravine in the village of Budyshe, Lysyanskyi district, Cherkasy region in terms of its connection with the work of T. Shevchenko. The information about the morphometric parameters and the condition of ancient trees that grow in the investigated area is presented. The article offers the natural complex description of the natural boundary and offers the grounded perspective of its announcement as an object of natural reserve fund.*

Keywords: natural boundary, ancient trees, natural monuments, T. Shevchenko, natural reserve fund.

¹Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького

²Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка

³Відділ охорони пам'яток Шевченківського національного заповідника

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

20.02.2014
14.03.2014

УДК 564.151

И.А. Халиман¹, В.В. Анистратенко²

ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ СЕМЕЙСТВА CARDIIDAE КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Сделана попытка оценить пригодность использования популяций двустворчатых моллюсков семейства Cardidae в качестве тест-объектов мониторинга экологического состояния вод северо-западного Приазовья. Показано, что некоторые количественные параметры популяций сердцевидок отражают масштабные изменения бентосных сообществ региона.

Ключевые слова: экология, мониторинг, двустворчатые моллюски, Cardidae, Азовское море.

Постановка проблемы, анализ последних публикаций. Водоемы северо-западного Приазовья вынужденно играют роль естественных очистных сооружений региона, поскольку именно в них аккумулируется основная часть промышленных и бытовых стоков. Вопросы изменения качественного и количественного состава и структуры сообществ моллюсков региона под влиянием, в частности, хозяйственной деятельности человека обсуждаются давно [4, 6, 7, 8].

В системе контроля биологической полноценности водных объектов важную роль играет экологический мониторинг методами биологической индикации [1]. При этом мониторинг осуществляется с использованием определенного набора параметров гидробионтов, например, плотность их популяций, динамика возрастной структуры, особенности поведения и т.п. Изменения в пространстве и времени выбранных параметров позволяет тестировать изменения собственно факторов среды, определяющих основные и критически необходимые функции водоема.

Среди водных беспозвоночных Азовского моря моллюски занимают важное место не только по числу видов, но и по разнообразию экологических лицензий [3, 9]. Последнее определяет их преимущества в качестве возможных тест-объектов, поскольку для наблюдений за состоянием среды необходимо иметь дело с широко распространенными, экологически устойчивыми и, одновременно, достаточно, валентными группами. Среди двустворчатых моллюсков представители семейства Cardidae выделяются способностью к быстрому заселению новых участков (благодаря наличию пелагической личиночной стадии) и сравнительной толерантностью к колебаниям солености и другим факторам во взрослом состоянии. В то же время нуждается в уточнении диапазон изменчивости поселений Cardidae в условиях конкретных местообитаний в Азовском море.

Цель исследования – уточнить границы изменчивости основных количественных характеристик популяций сердцевидок в северо-западной части Азовского моря для оценки пригодности этих моллюсков в качестве тест-объектов мониторинга экологического состояния региона.

Методика

Материалом для настоящих исследований послужили качественные и количественные пробы моллюсков, взятые в 2008-2013 гг. на 24 станциях в прибрежье Азовского моря от пос. Степановка до оконечности косы Бирючий Остров (Акимовский район, Запорожская область), а также в Утлюкском и Молочном лиманах (рис. 1). Моллюсков рода *Cerastoderma* собирали вручную из свежих береговых

выбросов, а также в море на расстоянии 500-1500 метров от берега, на глубинах 0,5-4,5 м. с помощью гидробиологического сачка. Фиксацию и камеральную обработку материалов проводили по общепринятым гидробиологическим методикам [5]. Всего обработано около 240 качественных и 360 количественных проб.

Для обработки количественных данных использовали стандартный пакет программ PASW Statistics 17.

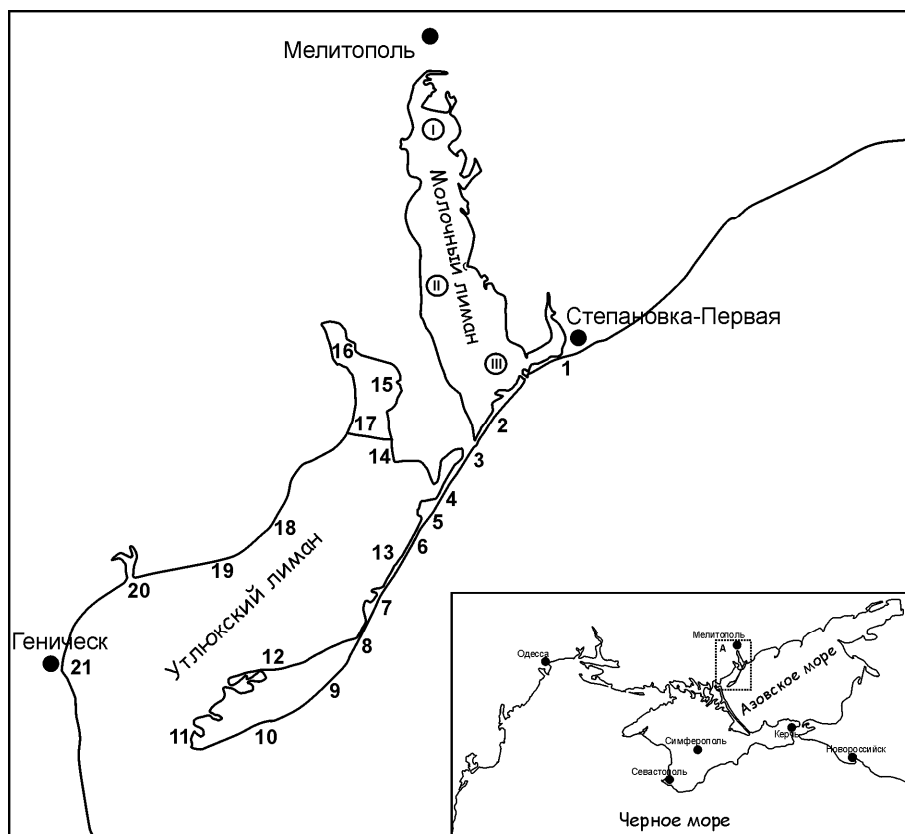


Рис. 1. Расположение станций сбора проб в водоемах исследованного региона

Результаты и их обсуждение

Согласно последнему обзору малакофауны Азовского моря [2], семейство Cardiidae Lamarck, 1809 представлено здесь видами трех родов: *Cerastoderma* Poli, 1795, *Parvicardium* Monterosato, 1884 и *Hypanis* Pander in Ménétriés, 1832. Первые два рода включают виды, обитающие в диапазоне солености открытой части Азовского моря, тогда как виды рода *Hypanis* встречаются здесь лишь в опресненных устьевых участках крупных рек и в Таганрогском заливе. В качестве объектов мониторинга нами выбраны виды родов *Cerastoderma* и *Parvicardium*, поскольку в северо-западной части Азовского моря представители *Hypanis* не встречаются.

Биоценоз *Cerastoderma* и *Parvicardium* в Азовском море в годы естественного режима стока рек играл основную роль, занимая 31% площади моря весной и 38% – осенью [3]. После зарегулирования стока рек произошли существенные изменения режима моря, что и определило особенности формирования донных сообществ, в том числе и кардиид.

Наши многолетние наблюдения свидетельствуют, что количественное распределение *Cerastoderma* и *Parvicardium* в исследованной части Азовского моря крайне неравномерно. Полученные нами результаты по численности и биомассе

подтверждают данные предшествующих исследователей о важнейшей роли моллюсков в создании биомассы бентоса – до 80 % [3].

Наибольшая биомасса в сообществах моллюсков наблюдается в Утлюкском лимане и зоне псевдолиторали открытой части Азовского моря, где моллюски являются первичными уловителями смываемых с берегов органических остатков. Наименьшими показателями численности и биомассы характеризуются сообщества моллюсков в районах черных илов Молочного лимана ($5,7 \text{ г/м}^2$), а также песчаных кос побережья открытого моря с неустойчивым гидродинамическим режимом. Такой характер распределения сходен с распределением всей биомассы бентоса в Азовском море.

По нашим данным, виды рода *Cerastoderma* и *Parvicardium* в северной части моря и прилегающих лиманах входят во все биоценозы, кроме сообщества *Mytilaster* на камнях. В зарослевых биоценозах Утлюкского лимана и Азовских кос они образуют поселения плотностью до 1500 экз./м^2 с биомассой 730 г/м^2 . Встречаются на всех типах грунтов, но, как представители инфауны, предпочитают плотный субстрат и максимального развития достигают на ракушечнике с примесью ила и на ракушечнике с песком.

Будучи оксифильными формами, представители *Cerastoderma* и *Parvicardium* редко встречается в центральной части Азовского моря, где почти ежегодно происходят заморы. Они живут во всем диапазоне глубин моря, однако, достигают максимального развития на глубине 1-3 м. Все виды *Cerastoderma* чувствительны к наличию сероводорода и погибают при его длительном воздействии.

Сердцевидки достаточно эвригалинные, нетребовательные формы, хорошо переносят повышение солености до 30 ‰. Однако, при повышении солености до 50-80 ‰ даже на короткое время (например, это отмечалось нами в 2013 г. в Молочном лимане) наблюдается массовая гибель *Cerastoderma* с резким снижением биомассы – до 1 г/м^2 . Для Молочного лимана наибольший показатель биомассы за период 2008-2013 гг. зарегистрирован в 2012 г. – $1,27 \text{ г/м}^2$, наименьший зафиксирован в 2010 г. – $0,79 \text{ г/м}^2$. Можно видеть (рис. 2), что Молочный лиман характеризуется стабильно низкими показателями биомассы в популяциях *Cerastoderma*, при этом они распределены во времени также более-менее равномерно.

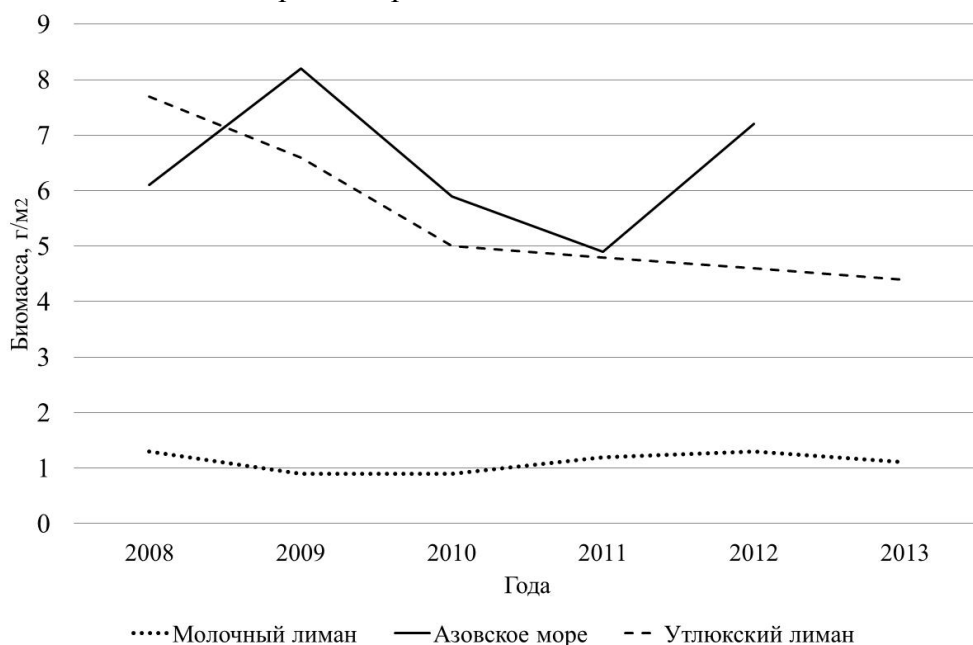


Рис 2. Среднегодовая удельная биомасса *Cerastoderma* в северо-западной части Азовского моря.

Важной характеристикой популяций сердцевидок служит встречаемость этих моллюсков в регионе, т.е. относительное число проб, в которых они обнаружены из общего числа проб. Максимальное значение индекса встречаемости отмечено нами в акватории северо-западной части Азовского моря, в Утлюкском лимане этот показатель равен 90%. В Молочном лимане встречаемость *Cerastoderma* колеблется в зависимости от района от 100% до 67%, в среднем составляя около 80%.

Удалось установить, что встречаемость кардиид меняется не только в пространстве, но и с ходом времени. В таблице 1 приведены данные многолетней динамики этого показателя.

Таблица 1

Динамика индекса абсолютной встречаемости (в %) за период 2008-2013 гг. моллюсков рода *Cerastoderma* в северо-западной части Азовского моря

Водоем	Год					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Молочный лиман	100	67	67	100	100	67
Азовское море	100	100	100	100	100	100
Утлюкский лиман	100	100	75	75	75	50

Исходя из полученных материалов, можно заключить, что моллюски семейства *Cardiidae* являются руководящими формами во всех районах акватории исследования. Также анализ полученных данных показывает, что в северо-западной части Азовского моря в период 2008-2013 гг. усилилось доминирование моллюсков рода *Cerastoderma*. Плавный рост значимости этих моллюсков в составе бентоса отмечен также в Молочном лимане. Между тем роль сердцевидок в Утлюкском лимане постепенно снижалась, что, по нашему мнению, связано с общей деградацией данного водоема. Она выражается в обмелении прибрежных участков, снижении проточности, заилении дна и, как результат, выпадении рео- и оксифильных групп бентоса, равно как и видов, обитающих на плотном субстрате.

Выводы

1. Моллюски родов *Cerastoderma* и *Parvicardium* отвечают критериям, предъявляемым к биоиндикаторам: они широко распространены в регионе, являются руководящими формами бентоса, эврибионтны, обладают способностью к расселению на личиночной стадии и, будучи «оседлыми» во взрослом состоянии, адекватно реагируют на резкие и/или хронические изменения среды обитания.

2. В качестве ключевых тест-характеристик популяций сердцевидок для биоиндикации могут служить количественные показатели их поселений в различных участках исследуемой акватории.

Литература

1. Алексеев В.А. Основы биоиндикации качества вод на уровне организмов / В.А. Алексеев // Водные ресурсы. – 1984. – № 2. – С. 107-121.
2. Анистратенко В.В. Моллюски Азовского моря. / В.В. Анистратенко, И.А. Халиман, О.Ю. Анистратенко. – Киев: Наукова думка, 2011. – 173 с.
3. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев // Тр. Аз.-Черн. НИИ морск. рыбн. хоз-ва и океанографии. – 1949. – Вып. 13. – С. 1-193.
4. Дегтяренко Е.В. Моллюски континентальных водоемов северо-западного Приазовья: фаунистический обзор с замечаниями по распространению и экологии / Е.В. Дегтяренко,

- В.В. Анистратенко // Збірник праць Зоологічного музею ННПМ НАН України. – 2013 (2011). – № 42. – С. 13-57.
5. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин – М.: Высшая школа, 1960. – 190 с.
 6. Карпевич А. Ф. Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености / А. Ф. Карпевич // Труды ВНИРО. – 1955. – Т. 31. – Вып. 1. – С. 240-275.
 7. Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов / А. Ф. Карпевич – Москва: Пищевая промышленность, 1975. – 432 с.
 8. Старк И.Н. Годовая и сезонная динамика бентоса в Азовском море / И.Н. Старк // Труды АзНИИРХ. – 1960. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 167-229.
 9. Халиман И.А., Анистратенко В.В., Анистратенко О.Ю. Моллюски северо-западной части Азовского моря: фауна, особенности распространения и экологии / И.А. Халиман, В.В. Анистратенко, О.Ю. Анистратенко // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40. – № 5. – С. 397-407.

Анотація. Халіман І.А., Аністратенко В.В. Двостулкові молюски родини *Cardiidae* як тест-об'єкт моніторингу стану вод північно-західного Приазов'я. Зроблено спробу оцінити придатність використання популяцій двостулкових молюсків родини *Cardiidae* в якості тест-об'єктів моніторингу екологічного стану вод північно-західного Приазов'я. Показано, що певні кількісні параметри популяцій серцевидок віддзеркалює масштабні зміни бентосних угруповань регіону.

Ключові слова: екологія, моніторинг, двостулкові молюски, *Cardiidae*, Азовське море.

Summary. Khaliman I.A., Anistratenko V.V. Bivalve molluscs of the family *Cardiidae* as a test-object for environmental monitoring in the North-West part of the Sea of Azov. It was attempted to evaluate a suitability of using of bivalve molluscs populations of the family *Cardiidae* as monitoring test-objects of waters ecological condition in the North-West part of the Sea of Azov. It is revealed that molluscs of the family *Cardiidae* are index forms in all parts of studied basin area. The maximal value of an index of occurrence is marked in water area of the North-West part of the Sea of Azov; this parameter is up to 90 % in the Utljuk liman. In the Molochnyj liman occurrence varies depending on area from 67 % up to 100 %, the average index is about 80 %. An occurrence of cardiid molluscs varies not only in space, but also with a course of time. Also it was shown that some quantitative parameters of cardiids populations reflect the large-scale changes of benthic communities in the region. In the North-West part of the Sea of Azov during the period of 2008-2013 years a domination of the representatives of the genus *Cerastoderma* has been gaining ground. A gradual increasing of the importance of these molluscs in structure of benthos is reported also in the Molochnyj liman. Meanwhile the role of cardiids in the Utljuk liman has gradually decreased, that, in our opinion, is resulted to the general degradation of the reservoir studied.

Key words: ecology, monitoring, bivalves, *Cardiidae*, the Sea of Azov.

¹Таврический государственный агротехнологический университет

²Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

05.02.2014
14.03.2014

УДК 594.38

Т. М. Чернишова

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОЛЮСКІВ РОДУ *LIMAX*

У результаті дослідження варіабельності морфологічних та анатомічних параметрів чотирьох видів роду *Limax* встановлено, що вони достовірно відрізняються за морфологічними параметрами дистальних відділів статевої системи. Це підтверджує дискримінантний аналіз. Загальний рівень дискримінації високий, лише *L. esarinatus* практично не дискримінується, і більшість його екземплярів віднесено до *L. flavus*. Найвищий рівень кореляції із канонічними функціями проявляють ознаки, пов'язані із довжиною пеніса та овідукта. При цьому всі пари видів надійно ідентифікуються за абсолютною та відносною довжиною пеніса, за виключенням *L. flavus* та *L. esarinatus*, які відрізняються за абсолютною та відносною довжиною яйцевода.

За зовнішніми ознаками (фонове забарвлення тіла та підшви, характер малюнку на мантиї та спині) ці види також відрізняються. Було встановлено, що *L. maximus* та *L. cinereoniger* відрізняються один від одного досить надійно, хоча в межах кожного виду існує значна варіабельність цих ознак. Що стосується *L. flavus* та *L. esarinatus*, то вони за зовнішніми ознаками майже не відрізняються один від одного, але чітко відрізняються за будовою дистальних відділів статевої системи.

Ключові слова: вид, рід *Limax*, морфологія, статеві системи, дискримінантний аналіз.

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. На території України зустрічається 5 видів роду *Limax*, що належать до 2 підродів (*Limax* – 3, *Limacus* – 2). Усі вони мешкають переважно в урбанізованих біотопах, лісових смугах біля міст (*Limax flavus*, *Limax esarinatus*, *Limax maximus*), а також в листяних лісах, в затінених місцях з багатою і достатньо вологою підстилкою або під густим трав'яним покривом, трухлявою деревиною (*L. cinereoniger*, *L. maximus*). Це слизняки великих розмірів (у русі від 150 до 200 мм у довжину), для яких характерна наявність темних повздовжніх смуг, суцільних або розірваних на окремі плями. Рідше спина і мантия однобарвні. Фоновими видами цієї родини є *L. maximus*, *L. flavus* та *L. cinereoniger*.

Основними параметрами, за якими розрізняють цих молюсків є: забарвлення покривів тіла, колір слизу, форма і положення органів мантийного комплексу; відмінності у будові радули і, зокрема, будова дистальних відділів статевої системи [1].

Не дивлячись на те, що ці види широко розповсюджені, вони майже не досліджені морфологічно та анатомічно на території України.

У науковій літературі є описи будови дистальних відділів статевої системи слизнів *L. maximus* і *L. cinereoniger* та *L. flavus* і *L. esarinatus*. За цими даними видно, що всі види досить чітко відрізняються за рядом параметрів статевої системи [1, 2, 5, 6].

Однак статистичний аналіз цих параметрів не проводився, крім того, не досліджувалися морфологічні та анатомічні особливості цих слизняків у географічно віддалених популяціях.

Мета роботи – здійснити порівняльний аналіз зовнішніх морфологічних ознак та анатомічних особливостей будови дистальних відділів статевої системи видів роду *Limax*. Дослідження параметрів дистальних відділів статевої системи цих видів молюсків допоможе уточнити їх таксономічне положення.

Методика

Для дослідження використано матеріал, зібраний автором протягом 2008–2010 років. Експедиційними зборами охоплена 21 область України (рис. 1). Молюски роду *Limax* виявлено на території 14 областей (Вінницької, Житомирської, Запорізької,

Київської, Кіровоградської, Львівської, Одеської, Рівненської, Тернопільської, Херсонської, Хмельницької, Черкаської, Чернівецької, Чернігівської) та Автономної Республіки Крим.

Збір і дослідження молюсків проводили за загально прийнятими методиками [1]. Для морфологічних досліджень використано всього 274 екз. слизнів, 102 ідентифікованих як *L. maximus*; 40 – як *L. cinereoniger*; 120 – як *L. flavus* та 12 – як *L. ecarinatus* за визначальними таблицями [1, 6].

На живому матеріалі визначали характер фонового забарвлення, малюнок на мантиї та спині, колір слизу. Подальші дослідження проводили на слизнях, фіксованих у 70%-вому розчині етанолу. Розтин слизнів проводили під мікроскопом МБС-1 в 70%-ному розчині етанолу за загальноприйнятими методиками [1]. Вимірювали довжину тіла молюска (L), яйцевода (Lov), сім'яприймача (Lsp), резервуара сім'яприймача (Lrs), пеніса (Lp).

Статистичну обробку даних здійснено з використанням програми STATISTICA 6.0.

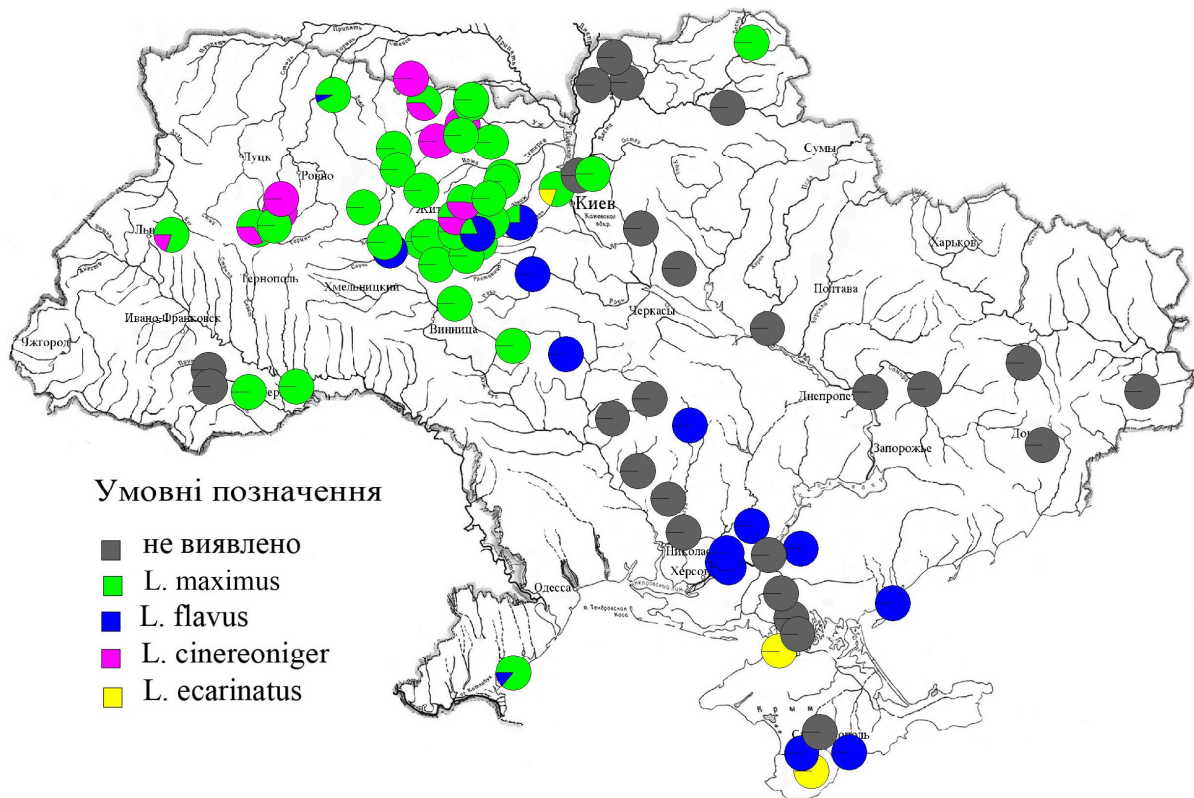


Рис. 1. Місця збору матеріалу

Результати та їх обговорення.

Забарвлення тіла. Для *L. cinereoniger* найбільш характерним і найбільш стабільним елементом забарвлення у дорослих і молодих особин старшого віку є двобарвна підосва. Її центральна смуга завжди залишається світлою, а бічні смуги з віком набувають інтенсивно сірого кольору. У молодих особин підосва однобарвна і світла. Темний пігмент зберігається на бічних смугах підосви навіть у тварин з повністю білою спиною і мантиєю. Загальний фон верхньої частини тіла коливався від білого, кремового до темно-сірого і чорного. У темніших особин чітко помітна вузька смуга, яка тягнеться посередині спини, вздовж кіля. Також зустрічалися особини з трьома парами смуг, із яких всі або частина можуть розпадатися на ряди плям. Ще рідше зустрічаються особини з білим кілем, світлими боками і з двома парами смуг або

плям. Слиз безбарвний. Також зустрічалися особини повністю білого кольору і без темних смуг на підшві.

У *L. maximus* основне (фонове) забарвлення спини і мантиї від коричневого, жовтувато- або попелясто-сірого до брудно-білого. Вздовж спини тягнуться дві або три пари темних, інколи чорних смуг, які можуть перериватися та розпадатися на окремі плями. На мантиї темні плями не утворюють правильних повздовжніх смуг, а розташовані досить хаотично. Підшва світла, однобарвна, без малюнка. Слиз безбарвний, густий.

Для обох видів характерна велика варіабельність забарвлення тіла та малюнку на мантиї та спині. Чітких відмінностей між географічно віддаленими популяціями за цими показниками не виявлено.

Два наступні види *L. flavus* та *L. ecarinatus* чітко відрізняються за будовою дистальних відділів статеві системи, тому для визначення видової приналежності робили розтини, а потім описували зовнішній вигляд.

Основне (фонове) забарвлення дорослих тварин *L. flavus* оливкове або сірувато-зелене. Малюнок складений із тонких мікроскопічних плямок – меланофорів, які, в першу чергу концентруються на борозенках, але на спині місцями поширюються і на зморшки, утворюючи сірі плями з нечіткими контурами. Слиз на верхній стороні тіла жовтий, а на мантиї майже оранжевий, прозорий і рідкий. Жовтуватий тон забарвлення тварини в значному ступені зумовлений кольором слизу, тому після фіксації тіло стає більш тусклим, майже сірим.

L. ecarinatus зовні схожий на *L. flavus*. Але має ряд відмінностей: а) основне забарвлення світліше – жовте або сірувато-жовте; б) малюнок більш чіткий, темно-сірий або майже чорний; як у попереднього виду, він утворюється із різних за розмірами і формі темних плям на спині та мантиї і сітки із дрібних мікроскопічних крапок-хроматофор, але останні простягаються до самої підшви, чого не буває у *L. flavus*; в) щупальця темно-сірі або майже чорні.

Анатомічні особливості. При дослідженні статеві системи робили проміри яйцепровода, сім'яприймача, резервуара сім'яприймача та пеніса. У табл. 1. наведені середні значення та межі мінливості основних кількісних ознак, які були отримані для всієї сукупності особин чотирьох досліджених видів.

Таблиця 1

Середні значення і їх стандартна помилка основних параметрів дистальних відділів статеві системи слизнів роду *Limax*

Ознаки	<i>L. maximus</i> N = 102	<i>L. cinereoniger</i> N = 25	<i>L. flavus</i> N = 90	<i>L. ecarinatus</i> N = 6
	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
L	49,18 ± 8,21	48,40 ± 0,91	42,85 ± 0,58	41,56 ± 2,22
Lsp, mm	6,90 ± 3,45	8,03 ± 0,41	6,83 ± 0,20	6,23 ± 0,75
Lr, mm	4,36 ± 1,06	5,93 ± 0,31	4,09 ± 0,125	3,37 ± 0,46
Lp, mm	26,91 ± 7,57	65,42 ± 2,97	12,71 ± 0,23	8,11 ± 0,72
Lov, mm	17,02 ± 3,55	14,74 ± 0,83	13,96 ± 0,31	8,98 ± 1,41

Примітка: L – довжина тіла, Lp – довжина пеніса, Lsp – довжина сім'яприймача, Lr – довжина резервуара, Lov – довжина яйцепровода.

У таблиці 2 подано абсолютні та відносні параметри дистальних відділів статеві системи, за якими відрізняються між собою види роду *Limax*.

Таблиця 2

Мінливість морфологічних параметрів видів роду *Limax*

Вид \ Ознаки	Абсолютна довжина резервуара сім'яприймача $M \pm m$	Абсолютна довжина овідукта $M \pm m$	Відносна довжина овідукта $M \pm m$	Абсолютна довжина пеніса $M \pm m$	Відносна довжина пеніса $M \pm m$
<i>L. maximus</i>	4,36 $\pm$ 0,11	17,52 $\pm$ 0,35	0,31 $\pm$ 0,01	28,11 $\pm$ 0,74	0,49 $\pm$ 0,01
<i>L. cinereoniger</i>	5,93 $\pm$ 0,31	14,73 $\pm$ 0,82	0,3 $\pm$ 0,02	66,12 $\pm$ 2,76	1,37 $\pm$ 0,06
<i>L. flavus</i>	4,18 $\pm$ 0,13	14,17 $\pm$ 0,3	0,33 $\pm$ 0,01	11,03 $\pm$ 0,49	0,26 $\pm$ 0,01
<i>L. ecarinatus</i>	3,37 $\pm$ 0,46	8,98 $\pm$ 1,4	0,21 $\pm$ 0,03	8,12 $\pm$ 0,79	0,2 $\pm$ 0,02

Аналіз основних морфологічних параметрів досліджуваних видів свідчить про наявність чітких вірогідних відмінностей між ними (табл. 3).

Таблиця 3

Вірогідні відмінності за морфологічними ознаками між видами роду *Limax* (ANOVA, LSD - test)

Вид	Lsp	Lrs	Lov	Lp	L	Lp/L	Lov/L	Lrs/Lsp
<i>L. maximus</i> - <i>L. cinereoniger</i>	*	***	***	***	***	***	—	—
<i>L. maximus</i> - <i>L. flavus</i>	—	—	***	***	***	***	—	—
<i>L. maximus</i> - <i>L. ecarinatus</i>	—	—	***	***	***	***	**	—
<i>L. cinereoniger</i> - <i>L. flavus</i>	*	***	—	***	***	***	—	—
<i>L. cinereoniger</i> - <i>L. ecarinatus</i>	*	***	***	***	*	***	*	—
<i>L. flavus</i> - <i>L. ecarinatus</i>	—	—	***	—	—	—	***	—

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; “—” відсутні вірогідні відмінності

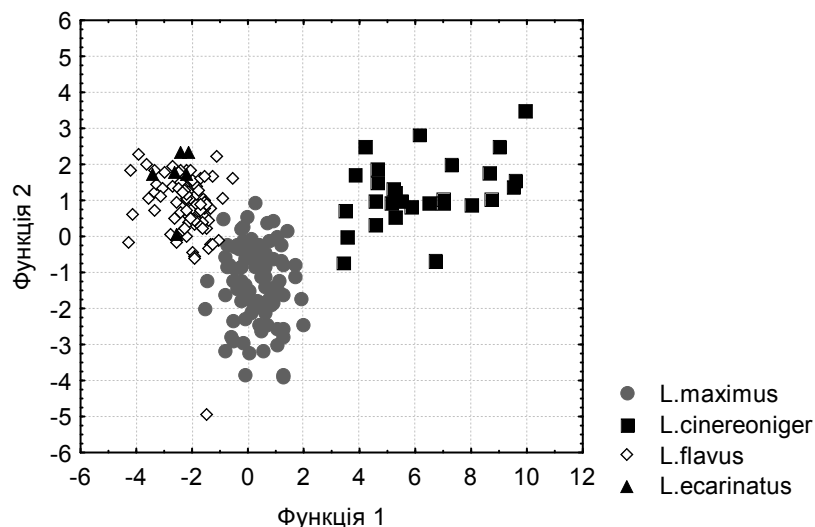
Усі пари видів (за виключенням *L. flavus* та *L. ecarinatus*) надійно ідентифікуються за абсолютною та відносною довжиною пеніса. Види підроду *Limacus* – *L. flavus* та *L. ecarinatus* за цими ознаками виявились подібними, однак вони добре диференціюються за абсолютною та відносною довжиною яйцевода.

Подібні результати дає дискримінантний аналіз (табл. 4, рис. 2). Загальний рівень дискримінації високий (96,65%), однак *L. ecarinatus* практично не дискримінується (точність дискримінації 33,33%), і більшість його екземплярів віднесено до *L. flavus*. Найвищий рівень кореляції із канонічними функціями проявляють ознаки, пов'язані із довжиною пеніса та овідукта.

Таблиця 4

Надійність дискримінації видів роду *Limax*

Вид	%	<i>L. maximus</i>	<i>L. cinereoniger</i>	<i>L. flavus</i>	<i>L. ecarinatus</i>
<i>L. maximus</i>	98,89	89	0	1	0
<i>L. cinereoniger</i>	96,43	1	27	0	0
<i>L. flavus</i>	98,82	1	0	84	0
<i>L. ecarinatus</i>	33,33	0	0	4	2
В цілому	96,65	91	27	89	2

Рис. 2. Діаграма розсіювання вибірок видів роду *Limax* в полі перших двох канонічних функцій

Висновки

Аналіз всієї сукупності морфологічних параметрів чотирьох видів роду *Limax* (*L. maximus* та *L. cinereoniger*, *L. flavus* та *L. ecarinatus*,) з території України показав, що між ними існує ряд чітких вірогідних відмінностей.

Отже, досліджені види роду *Limax* можна чітко диференціювати за морфометричними параметрами. Це підтверджує дискримінантний аналіз. Загальний рівень дискримінації високий, лише *L. ecarinatus* практично не дискримінується (точність дискримінації 33,33%), і більшість його екземплярів віднесено до *L. flavus*. Найвищий рівень кореляції із канонічними функціями проявляють ознаки, пов'язані із довжиною пеніса та овідукта. При цьому всі пари видів надійно ідентифікуються за абсолютною та відносною довжиною пеніса, за виключенням *L. flavus* та *L. ecarinatus*, які відрізняються за абсолютною та відносною довжиною яйцевода.

За зовнішніми ознаками (фонове забарвлення тіла та підшви, характер малюнку на мантиї та спині) *L. maximus* та *L. cinereoniger* відрізняються один від одного досить надійно, але в межах кожного існує значна варіабельність цих ознак. Що стосується *L. flavus* та *L. ecarinatus*, то вони за зовнішніми ознаками майже не відрізняються один від одного, але чітко відрізняються за будовою дистальних відділів статевої системи.

Література

1. Лихарев И. М. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (Gastropoda, terrestria nuda) / И. М. Лихарев, А. Й. Виктор. – Л.: Наука, 1980. – 438с. – (Фауна СССР. Т. 3, вып. 5. Нов. сер. № 122).

2. Чернишова Т. М. Порівняльний аналіз морфолого-анатомічних особливостей двох видів роду *Limax* / Т. М. Чернишова // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2009. – № 1. – С. 312-317.
3. Wiktor A. Limacoidea et Zonitoidea nuda. Slimaki pomrowickszaltne (Gastropoda: Stylommatophora) / A. Wiktor. – Warszawa, 1989. – Т. 12. – 207s. – (Fauna Polski).
4. Wiktor A. The Slugs of Former Yugoslavia (Gastropoda, terrestria nuda – Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae) / A. Wiktor // Museum and institute of zoology polish academy of sciences. Annales zoologici. – Warszawa, 1996. – Vol. 46. – P. 1–110.
5. Wiktor A. The slugs of Greece (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae – Gastropoda: Stylommatophora) / A. Wiktor // Fauna Graeciae VIII. – Irakleio, 2001. – S. 53–89.
6. Wiktor A. Slimaki ladowe Polski / A. Wiktor. – Olsztyn: Mantis, 2004. – 302s.
7. Shcileyko A. Trigonochlamydidae, Papillodermidae, Vitrinidae, Limacidae, Bielziidae, Agriolimacidae, Boettgerillidae, Camaenidae / A. Shcileyko // Treatise on recent terrestrial pulmonate mollusks. – Moscow: Ruthenica, 2003. – Part II. – P. 1489–1502.

Аннотация. Чернышова Т. М. Сравнительный анализ морфолого-анатомических особенностей видов рода *Limax*. В результате исследования вариабельности морфологических и анатомических параметров четырех видов рода *Limax* установлено, что они достоверно отличаются по морфологическим параметрам дистальных отделов половой системы. Это подтверждает дискриминантный анализ. Общий уровень дискриминации высокий, только *L. ecarinatus* практически не дискриминируется, и большинство его экземпляров отнесено к *L. flavus*. Наивысший уровень корреляции с каноническими функциями проявляют признаки, связанные с длиной пениса и овидукта. При этом, все пары видов точно идентифицируются по абсолютной и относительной длине пениса, за исключением *L. flavus* и *L. ecarinatus*, которые отличаются по абсолютной и относительной длине яйцевода.

За внешними признаками (фоновая расцветка тела и подошвы, характер рисунку на мантии и спине) эти виды также отличаются. Было установлено, что *L. maximus* и *L. cinereoniger* отличаются один от другого достаточно надежно, хотя в пределах каждого вида существует значительная вариабельность этих признаков. Что касается *L. flavus* и *L. ecarinatus*, то они за внешними признаками почти не отличаются один от другого, но четко отличаются по строению дистальных отделов половой системы.

Ключевые слова: вид, род *Limax*, морфология, половая система, дискриминантный анализ.

Summary. Chernyshova T. M. Comparative analysis of *Limax* species morphological and anatomical features. The study's result of variability of morphological and anatomical parameters of the four types of the genus *Limax* has revealed that these four types differ significantly on morphological parameters of the distal portions of the reproductive system. The discriminant analysis has proved the results. Overall level of discrimination is high enough with only *L. ecarinatus* virtually not discriminated, thus most of its specimens are attributed to *L. flavus*. A correlation with the highest level of canonical functions reveals features that are associated with the length of the penis and oviduct. Thus, all pairs of species are accurately identified by the absolute and relative length of the penis, except *L. flavus* and *L. ecarinatus*, which differ in absolute and relative length of the oviduct. These species also differ by the appearance peculiarities (background colours of the body and the sole, mantle and back drawing). It was found that *L. maximus* and *L. cinereoniger* differ from one another quite reliably, although there is considerable variation in these traits within each species. As for *L. flavus* and *L. ecarinatus* they are almost indistinguishable from one another by appearance peculiarities, but are clearly distinguished by the structure of the distal portions of the reproductive system.

Key words: species, *Limax* genus, morphological, reproductive system, discriminant analysis.

Житомирський національний агроекологічний університет

Одержано редакцією 24.01.2014
 Прийнято до публікації 14.03.2014

УДК 78::612.821.5

О.О. Шпенков, С.В. Тукаєв, І.Г. Зима, С.А. Крижановський

ЗМІНИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПІД ЧАС ПРОСЛУХОВУВАННЯ РОК-МУЗИКИ ІЗ ВИДОЗМІНЕННОЮ ЧАСТОТНОЮ СТРУКТУРОЮ

Дослідження змін емоційних станів із використанням різних звукових стимулів (звуки природи, музичні твори різних напрямків) на сьогодні набуло широкої популярності. В даній роботі досліджено відмінності динаміки ЕЕГ під час прослуховування звуків та рок-музики у двох варіантах (з нативним частотним спектром та із зниженим рівнем сигналу низьких частот). У дослідженні взяли участь 20 здорових добровольців віком від 18 до 22 років без музичної освіти. Для оцінки змін спектральної потужності ЕЕГ внаслідок прослуховування аудіофрагментів було проведено порівняння проб кожного аудіо фрагменту із передуючими станами спокою. Під час прослуховування аудіонавантаження найбільш значні зміни в ЕЕГ спостерігались переважно в тета- та бета-діапазонах, що вказує на розвиток емоційних та когнітивних процесів. При прослуховуванні двох варіантів рок-композицій було виявлено різну латералізацію в β 2-піддіапазоні: ліву темпорально-парієтально-окципітальну для нативної рок-композиції, й праву фронтально-темпорально-парієтальну для перетвореної рок-композиції. Отримані дані вказують як на розвиток когнітивних процесів, пов'язаних із обробкою музичних компонент, так і на зміни рівня емоційного напруження в залежності від спектральної структури музичного фрагменту.

Ключові слова: Аудіо сприйняття, білий шум, природні звуки, рок-музика, ЕЕГ.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні проводиться багато досліджень у сфері нейронаук, пов'язаних із сприйняттям музики та вивченням мозкових механізмів її обробки. Зокрема вивчаються сприйняття як повноцінних музичних творів, так і окремих музичних компонент, таких як висота окремих звуків, ритм, тембр [11]. Одночасно з цим використання музики є зручним інструментом для дослідження сприйняття та переживання емоцій [6, 8]. Проте, треба зазначити, що досліджень особливостей сприйняття музичних творів в залежності від зміни його частотних характеристик на тепер вкрай недостатньо, хоча добре відомо, що досвідчені музиканти та звукорежисери під час запису музики враховують той факт, що в залежності від рівня сигналу тих чи інших частот музична композиція може по-різному сприйматись, викликати певні емоції і впливати на їх силу. Тому ми вирішили дослідити вплив низькочастотного компоненту в рок-музиці, який є її основною ритмічною складовою, на сприйняття цілісного музичного твору.

Мета роботи: дослідити нейродинаміку ЕЕГ-корелятив сприйняття фрагментів рок-музики з нативною та видозміненою частотною структурою.

Методика

Процедура дослідження полягала у реєстрації ЕЕГ у відповідь на звукове навантаження. У дослідженні взяли участь 20 студентів віком від 17 до 22 років, з яких 16 жіночої статі та 4 чоловічої. Обстежувані не мали музичної освіти. В якості стимулів було обрано чотири аудіо фрагменти: білий шум (40 секунд), спів птахів (солов'ї) (60 секунд), інструментальна рок-композиція гурту «Синя Вапа» під назвою «Моя любов» (75 секунд), таж сама рок-композиція із зниженим рівнем сигналу в діапазоні низьких частот (60Гц, 150Гц, 400Гц) (надалі рок-композиція із видозміненим частотним спектром). Видозміна частотного спектру рок-композиції була проведена за допомогою аудіо редактору "GoldWave". Білий шум та спів птахів було обрано в якості контролю емоційності аудіо сприйняття.

Для запису ЕЕГ використовувався електроенцефалограф «Нейроком» виробництва ХАІ-Медіка (м.Харків, Україна). 19 активних електродів накладалися за міжнародною системою "10-20%". Електроенцефалограма реєструвалась монополярно у наступних стандартних відведеннях: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2, Fz, Cz, Pz. У якості референтного використовували об'єднаний вушний електрод (A1, A2). Частота дискретизації аналогового сигналу – 500 Гц. Для аналізу спектрального складу електроенцефалограми застосовували швидке перетворення Фур'є. Артефакти знаходили і усували за допомогою візуального аналізу та аналізу незалежних компонент (ICA). Оцінювалась спектральна потужність (СП) окремих піддіапазонів ЕЕГ від 4 до 35 Гц: $\theta 1$ - (4-6Гц), $\theta 2$ - (6,1-7,5Гц), $\alpha 1$ - (7,51-9,5Гц), $\alpha 2$ - (9,51-11Гц), $\alpha 3$ - (11,1-13Гц), $\beta 1$ - (13,1-20Гц), $\beta 2$ - (20,1-35Гц).

Обстежувані знаходились у затемненій, звукоізолюваній камері в зручному кріслі. Запис ЕЕГ досліджуваних записувався із закритими очима за наступною схемою: фоновий запис (2 хвилини), пред'явлення першого аудіо стимулу - білий шум (40 секунд), післядія (2 хвилини), стан спокою 1 (2 хвилини), пред'явлення другого аудіо стимулу - спів птахів (60 секунд), післядія (2 хвилини), стан спокою 2 (2 хвилини), пред'явлення третього аудіо стимулу - рок-композиція (1 хвилина 15 секунд), післядія (2 хвилини), стан спокою 3 (2 хвилини), пред'явлення четвертого аудіо стимулу - рок-композиція із видозміненим частотним спектром (1 хвилина 15 секунд), післядія (2 хвилини), післядія (2 хвилини).

Після завершення запису ЕЕГ учасники отримували завдання оцінити стимули за двома шкалами: емоційної валентності та емоційної активації (від «-5» до «5»).

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою пакету STATISTICA 8 (StatSoft, USA). Для порівняння двох залежних вибірок було застосовано непараметричний критерій Вілкоксона.

Результати та їх обговорення.

Аналіз суб'єктивної гедонічної оцінки аудіо навантажень за шкалами емоційної валентності та активації. Проаналізувавши суб'єктивну гедонічну оцінку аудіо фрагментів за шкалою емоційної валентності встановили наявність значущих відмінностей в оцінці обстежуваними білого шуму (-4, [-5, -4], $p < 0.05$) у порівнянні з усіма іншими аудіо фрагментами (спів птахів (3, [3, 5]), нативна рок-композиція (4, [3, 4]), видозмінена рок-композиція (4, [2.5, 4])). При порівнянні суб'єктивної оцінки за шкалою емоційної валентності інших аудіо фрагментів між собою значущих відмінностей не виявлено (рис. 1).

Аналіз суб'єктивної оцінки за шкалою емоційної активації також виявив наявність значущих відмінностей (рис.2). Оцінка співу птахів значущо відрізнялась (-3, [-4, -2], $p < 0.05$) від оцінки інших аудіо фрагментів (білий шум (4, [3, 5]), нативна рок-композиція (3, [2, 4]), видозмінена рок-композиція (3, [1.5, 4])). Значущі відмінності ($p < 0.05$) також було виявлено при порівнянні оцінювання нативної рок-композиції (3, [2, 4]) та рок-композиції із видозміненим частотним спектром (3, [1.5, 4])).

Аналіз змін спектральної потужності ЕЕГ. Для оцінки змін спектральної потужності ЕЕГ внаслідок прослуховування аудіо фрагментів було проведено порівняння проб кожного аудіо фрагменту із передуючими станами спокою. У порівнянні із передуючим станом спокою під час прослуховування білого шуму відбувалось посилення активності $\theta 1$ -піддіапазону у фронтальних відведеннях в $\theta 1$ -піддіапазону (Fp1, Fp2) (Рис.3, А), $\theta 2$ -, $\alpha 3$ - та $\beta 1$ -піддіапазонів (Fp2), а також в $\beta 2$ -піддіапазону у фронтальних, темпоральних та центральних відведеннях переважно правої півкулі (Fp2, F4, T4, C3). Слід звернути увагу, що майже у всіх вищезгаданих

ЕЕГ-піддіапазонах спостерігалась досить чітка правопівкульна активація фронтальних зон.

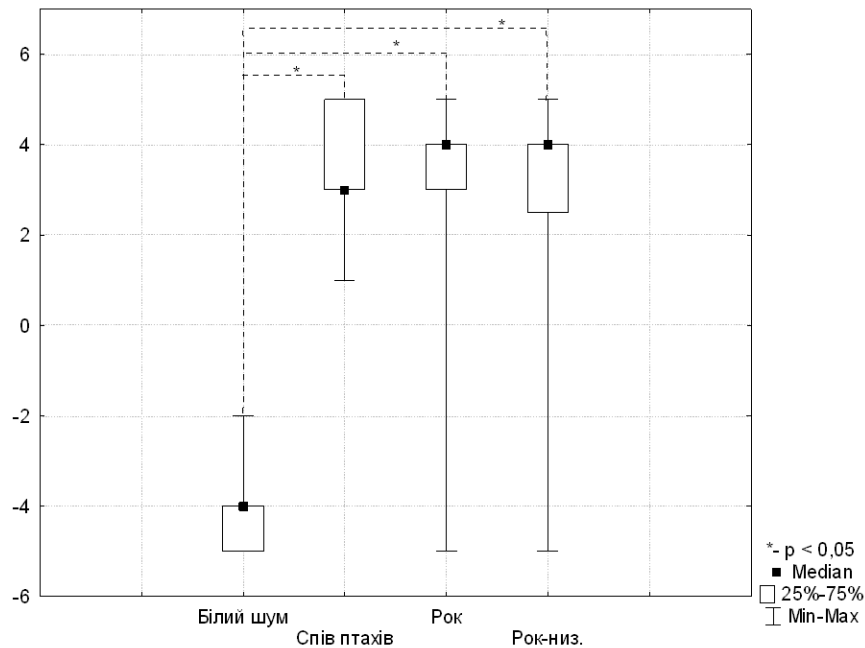


Рис.1. Суб'єктивна оцінка аудіо фрагментів за шкалою емоційної валентності ($p < 0,05$).

Примітка. "Рок" - нативна рок-композиція, "Рок-низ." - рок-композиція із видозміненим частотним діапазоном.

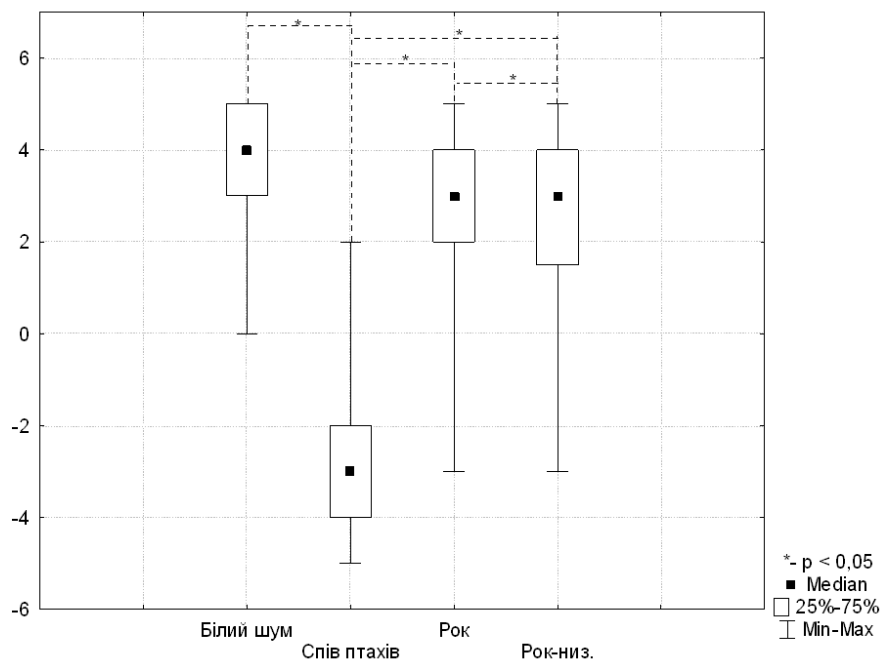


Рис.2. Суб'єктивна оцінка аудіо фрагментів за шкалою емоційної активації ($p < 0,05$).

Примітка. "Рок" - нативна рок-композиція, "Рок-низ." - рок-композиція із видозміненим частотним діапазоном.

Відомо, що фронтальні ділянки правої півкулі асоціюються із обробкою новизни інформації [9]. Тому, цілком можливо, що виявлена нами правопівкульна активація фронтальної долі у вище згаданих піддіапазонах обумовлена реакцією на новизну стимулу. Крім цього, виявлену нами правопівкульну активацію також можна пов'язати

із негативною емоційною відповіддю на пред'явлений аудіо стимул (білий шум) (Рис.1), зважаючи на результати досліджень Altenmuller [8], в яких описується активація фронто-темпоральної кори переважно правої півкулі при прослуховуванні негативно забарвлених аудіо стимулів, і активація лівої темпоральної кори головного мозку при прослуховуванні позитивно забарвлених стимулів.

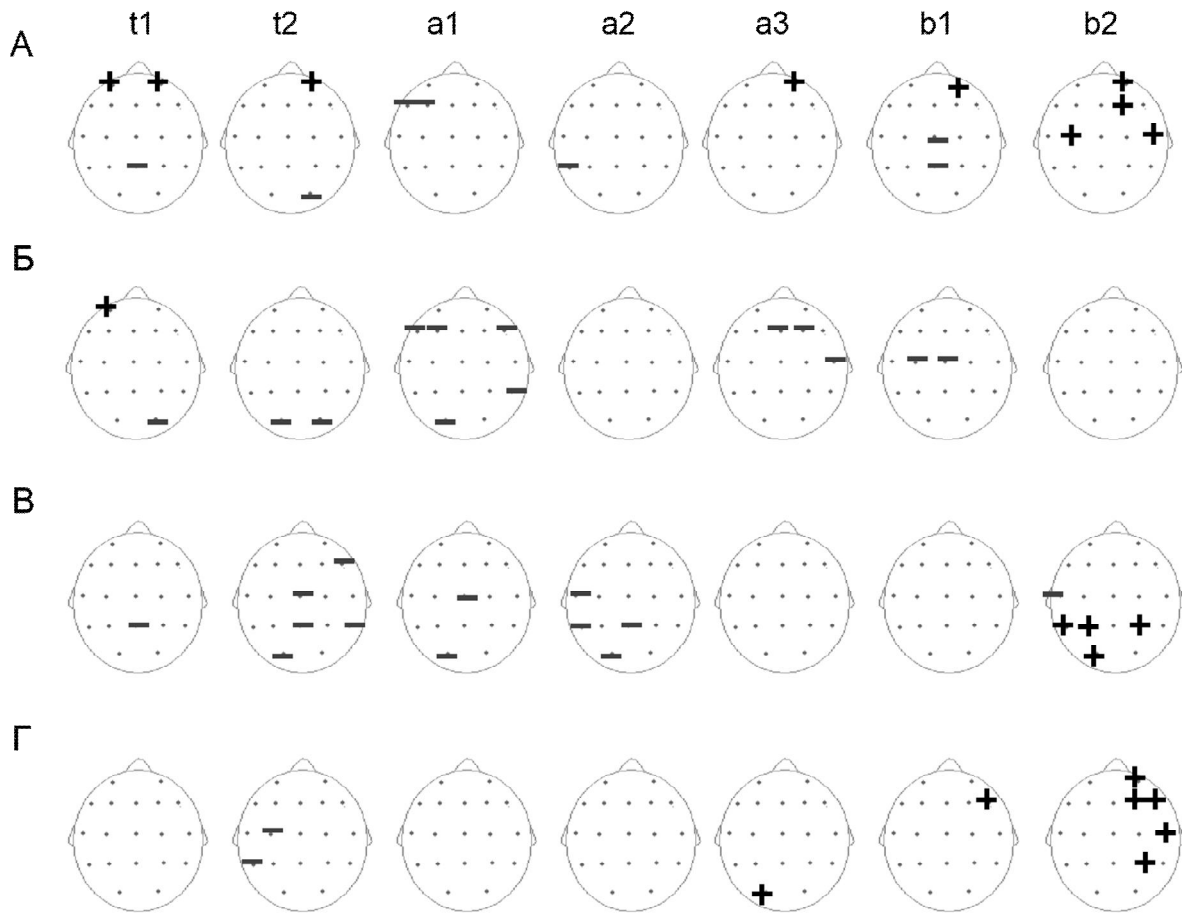


Рис.3. Топокарти зміни спектральної потужності діапазонів ЕЕГ на різних етапах дослідження в порівнянні із попереднім станом спокою ($n = 20$).

Примітка. А - білий шуму; Б - спів птахів; В - рок-композиція; Г - рок-композиція із видозміненим частотним спектром. «+» – зростання спектральної потужності діапазону, «-» – зниження ($p < 0,05$).

Trochidis також було показано відносно більшу активність правої півкулі у фронтальних та центральних відведеннях θ -діапазону під час прослуховування музики з негативною емоційною валентністю [6]. В нашому випадку при прослуховуванні білого шуму спостерігалось збільшення активності в правому фронтальному відведенні в $\theta 2$ -піддіапазоні (Fp2). Зміни активності високочастотних коливань фронтальних зон, виявлені в наших дослідженнях, виявились схожими на зміни β -діапазону у дослідженнях Giannitrapani [10]. Він використовував білий шум як неструктурований аудіо стимул при дослідженні скануючого механізму (scanning mechanism). Отримані ним данні вказують на збільшення β -активності (21-33 Гц) під час прослуховування білого шуму у фронтально-темпоральних відведеннях, при чому така активність була більш виражена теж в правій півкулі. Крім цього, посилення високочастотних складових також пов'язують з механізмами формування негативних емоційних станів та тривожності, особливо при збільшенні їх СП в правій півкулі [1].

Тому, виходячи з цього, можливо припустити, що виявлене нами збільшення СП в β 1- та β 2-піддіапазонах у відведеннях правої півкулі вказує на певну негативну емоційну активацію.

Крім описаних змін ЕЕГ у фронтальних відділах лівої півкулі (F3, F7) також спостерігалась депресія α 1-піддіапазону (сенсорна увага), що підтверджує описану когнітивно-емоційну активацію [5]. Також було зареєстровано локальні поодинокі зменшення потужності потенціалів в θ 1- (Pz), θ 2- (O2), α 2- (T5) та β 1-піддіапазонах (Cz, Pz), функціональне значення яких трактувати доволі важко.

Аналіз змін СП ЕЕГ при прослуховуванні співу птахів у порівнянні з передуючим станом спокою (Рис.3, Б) на відміну від такого із прослуховуванням білого шуму показав, що активація відбувалась лише у фронтальному відведенні, але лівої півкулі (Fp1) й тільки в θ 1-піддіапазоні. Цілком можливо припустити, що такі локальні зміни в θ 1-піддіапазоні пов'язані із розслабленням і релаксацією з позитивним емоційним забарвленням [6, 8] (Рис.1). Висунуте припущення знаходить своє підтвердження в результатах суб'єктивного оцінювання цього аудіо стимулу за шкалою емоційної активації - загалом обстежувані оцінювали сприйняття співу птахів як релаксуючий, позитивний фактор (Рис.2). На це також вказує і зменшення активності у фронтальних та темпоральному відведеннях α 3-піддіапазону (Fz, F4, T4) [5, 13]. Зменшення СП також спостерігалось в β 1-піддіапазоні в центральних відведеннях (Cz, C3).

На зниження емоційної та когнітивної активації, пов'язаної з кортико-гіпокампульно-лімбічними взаємодіями [12], вказує також зменшення активності в окципітальних відведеннях θ 1- (O2) та θ 2-піддіапазонах (O1, O2). (Рис.3, Б).

Як і очікувалось, прослуховування співу птахів супроводжувалось більш вираженою, у порівнянні з білим шумом, реакцією активації механізмів зовнішньої уваги [5] - значуща депресія активності в α 1-піддіапазоні в цей раз спостерігалось у лівих фронтальних відведеннях (F7, F3), в правих фронтальному (F8) і темпоральному (T6) та лівому окципітальному (O1).

При прослуховуванні рок-композиції з нативною частотною структурою (Рис.3, В) найбільш вираженими у низькочастотній частині спектру ЕЕГ були зміни θ 2-піддіапазону у фронтальних, центральних, парієтальних, потиличних та темпоральних відведеннях (F8, Cz, Pz, O1, T6), що може вказувати на зниження валентної емоційної складової [6]. Зниження СП також відбувалось в α 1-піддіапазоні в центральному та потиличному відведеннях (Cz, O1) та в α 2-піддіапазоні в скроневих, парієтальних та потиличних відведеннях (T3, T5, Pz, O1) (посилення процесів зовнішньої уваги) [5]. В α 3-піддіапазоні спостерігалось локальне збільшення в окципітальному відведенні (O1). Подібні зміни в α -піддіапазонах під час прослуховування рок-музики були отримані також й іншими авторами [2]. Локальні зміни відбувались і в θ 1-піддіапазоні (Pz).

В області високочастотних складових ЕЕГ (β -діапазон) спостерігалось збільшення СП β 2-піддіапазону в парієтальних, скроневих та потиличних відведеннях переважно лівої півкулі (P4, P3, T5, O1) та локальне зменшення СП у темпоральному відведенні лівої півкулі (T3).

Зважаючи на точку зору про функціональне значення активації темпорально-парієтально-окципітальних областей лівої півкулі (генерація образів, процеси уяви) [4] виявлена латералізована реакція може вказувати на активацію внутрішньої психічної активності слухачів і підвищення рівня активаційної емоційної складової, пов'язаної зі сприйняттям музичного фрагменту.

Отримані нами дані узгоджуються з даними досліджень із використанням емоційних аудіо стимулів, в яких було виявлено збільшення амплітуди викликаних

потенціалів в потиличних відведеннях в β -діапазоні обох півкуль при наданні як приємних так і неприємних стимулів [7].

Можна також припустити, що така ліволатеральна реакція вказує на позитивну емоційну відповідь, що узгоджується з позитивною емоційною оцінкою (приємний, активуючий) сприйняття даного музичного фрагменту (Рис. 1,2)

Важливо зазначити, що прослуховування рок-композиції із видозміненим частотним спектром (Рис.3, Г) не супроводжувалось змінами в α - і θ -діапазонах, як при прослуховуванні нативної рок-композиції, окрім зменшення активності в θ 2-піддіапазоні у відведеннях С3 й Т5. На відміну від нативної рок-композиції при прослуховуванні рок-композиції з видозміненою частотною структурою, топографічна локалізація збільшення СП в β 2-піддіапазоні «перемістилась» в праву півкулю, і стосувалась фронтальних, скроневих та парієтальних областей. Крім цього у фронтальному відведенні правої півкулі (F8) спостерігалось локальне збільшення СП в β 1-піддіапазоні. Цікаво, що схожа подібна активність спостерігалась і при прослуховуванні білого шуму (Рис.3. А, Г).

Відомо, що фронтальні зони неокортексу зв'язуються здебільшого з формуванням валентної компоненти емоцій, в той час як задні, особливо правої півкулі – з процесами емоційної активації незалежно від валентності [3].

Як вже було зазначено, за деякими джерелами збільшення активності в β -діапазоні правої півкулі корелює з негативними емоційними станами [1]. Проте, порівняння суб'єктивного оцінювання обох рок-композицій за шкалою емоційної валентності в наших дослідках значущих відмінностей не виявило (Рис.1). Більше того, є дані, які вказують на зв'язок правої тім'яно-скроневої зони з процесами пам'яті, уваги, а також з механізмами пильної ("alerting") та мотиваційної ("motivated") уваги [13].

Необхідно зазначити, що посилення активності β -діапазону в правій півкулі можна пояснити ще й посиленням, активацією аудіокортексу і пов'язаністю з обробкою складових музичних компонент та порівнянням із попереднім сприйняттям нативної рок-композиції. Адже відомо, що у людей без музичного досвіду обробка музикальних компонент, таких як висота, тембр та ритм, відбувається в первинній та вторинній слуховій корі правої півкулі. Так, використовуючи метод викликаних потенціалів негативної неузгодженості (mismatch negativity, MMN) було показано [11], що девіантні звукові стимули (висота, акорди, ритм та тембр) збільшують амплітуду потенціалу MMN у правій півкулі. Девіанти ритму та тембру викликали більший потенціал MMN ніж девіанти висоти та акордів. В нашому випадку зменшення сигналу низьких частот в рок-композиції призвели до зміни спектральної складової ритмічних компонентів композиції таких як бас-гітара та бас-бочка. Таким чином, можливо, чіткий зсув β -активності в передньо-темпоральні зони правої півкулі пов'язаний із реакцією на зміну у сприйнятті ритмічної компоненти композиції як девіантної, і з активацією системи мимовільної уваги.

Зважаючи на те, що подібна високочастотна активність може відображати процеси пам'яті, уваги або наявності емоційної складової, виникає потреба проведення більш поглибленого аналогічного дослідження і за участю обстежуваних із музичною освітою. Відомо, що у музикантів під час прослуховування музики відбувається активація лівої півкулі. Ці дослідження можуть дати більш детальну інформацію щодо значення високочастотної активності під час прослуховування музики із зниженим рівнем низьких частот.

Висновки

1. Встановлено, що динаміка електричної активності головного мозку під час прослуховування обстежуваними фрагментів рок-музики із нативним спектром частот і рок-музики із зниженим рівнем сигналу низьких частот, специфічна для різних фрагментів і має чіткий латералізований характер.
2. При прослуховуванні звуків та музики найбільш значні зміни в ЕЕГ спостерігались переважно в низькочастотних та високочастотних піддіапазонах, що вказує на розвиток емоційних когнітивних процесів.
3. На відміну від активності задніх ділянок лівої півкулі при прослуховуванні нативної рок-композиції, при прослуховуванні рок-композиції із зниженим рівнем низьких частот спостерігався чіткий зсув фокусу активності в β 2-піддіапазоні у фронтальні, темпоральні та парієтальні ділянки правої півкулі. Така правопівкульна латералізація високочастотної активності може вказувати як на посилення процесів, пов'язаних з аналізом музичних компонент і порівнянням із попередньою нативною композицією, так і на розвиток процесів емоційного збудження.

Література

1. Деглин В. Л., Николаенко Н. Н. / О роли доминантного полушария в регуляции эмоционального состояния человека // Физиология человека. - 1975. - №1. - С. 418-426.
2. Михайлова Е. С. / Восприятие музыки здоровыми людьми и лицами, находящимися в состоянии депрессии // Физиология человека. - 1992. - Т. 18, № 6. - С. 68-76.
3. Affective style and affective disorders: perspectives from affective neuroscience / Davidson R.J. // Cognit. Emot. - 1998. - Vol. 12. - P. 307-330.
4. Contributions of occipital and temporal brain regions to visual and acoustic imagery – a SPECT study / Goldenberg G., Podreka L., Steiner M., et al. // Neuropsychologia. - 1991.- Vol.29. - P. 695-702.
5. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis / Klimesch W. // Brain Research Reviews. - 1999. - Vol. 29. - P. 169-195.
6. EEG-based emotion perception during music listening / Trochidis K., Bigand E. // Proceedings of the 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music, July 23-28, 2012, Thessaloniki, Greece, 1018-1021.
7. Event-related beta oscillations are affected by emotional eliciting stimuli / Guntekin B., Basar E. // Neuroscience Letters. - 2010. - Vol. 483. - P. 173-178.
8. Hits to the left, flops to the right: different emotion during listening to music are reflected in cortical lateralisation patterns / Altenmüller E., Schürmann K., Lim V., Parlitz D. // Neuropsychologia – 2002. - Vol.40. - P. 2242-2256.
9. PET validation of a novel prefrontal task: delayed response alteration / Gold J. M. et al. // Neuropsychology. - 1996. - Vol. 10. - P. 3-10.
10. Scanning mechanisms and the EEG / Giannitrapani D. // Electroenceph. clin. Neurophysiol.. - 1971. - Vol. 30. - P. 139 - 146.
11. The effect of musical experience on hemispheric lateralization in musical feature processing / Kentaro Ono, Akinori Nakamura, Kenji Yoshiyama [et al.] // Neuroscience Letters. - 2011. - Vol. 496. - P. 141-145.
12. The selectively distributed theta system: functions / Basar E., Schurmann M., Sakowitz O. // Int. J. Psychophysiol. - 2001. - Vol. 39. - P. 197-212.
13. Time-dependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of event-related synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands / Aftanas L.I., Varlamov A.A., Pavlov S.V., Makhnev V.P., Reva N.V. // Int. J. Psychophysiol. -2002. -Vol. 44.- P. 67-82.

Аннотация. Шпенков А.А., Тукаев С.В., Зима И.Г., Крижановский С.А. *Изменения электрической активности головного мозга при прослушивании рок-музыки с видоизменённой частотной структурой. Исследования изменений эмоциональных состояний с использованием различных звуковых стимулов (звуки природы, музыкальные произведения разных направлений) сегодня приобрели довольно широкую популярность. В данной работе исследовались отличия динамики ЭЭГ во время прослушивания звуковых раздражителей и 2-х вариантов рок-музыкального фрагмента (с нативным частотным спектром и с сниженным*

уровнем сигнала низких частот). В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев в возрасте от 18 до 22 лет без музыкального образования. Для оценки изменений спектральной мощности ЭЭГ вследствие прослушивания аудио фрагментов было проведено сравнение проб каждого аудио фрагмента с предыдущим состоянием покоя. Во время прослушивания звуков и музыки наиболее значительные изменения в ЭЭГ наблюдались преимущественно в θ - и β - диапазонах, связанных, как известно, с эмоциональными и когнитивными процессами. При прослушивании двух вариантов рок-композиций была выявлена разная латерализация в β 2-поддиапазоне: левая темпорально-париетально-окципитальная активация для нативной рок-композиции, и правая фронто-темпорально-париетальную для преобразованной рок-композиции. Полученные данные могут указывать как на развитие когнитивных процессов, связанных с обработкой музыкальных компонентов, так и на увеличение уровня эмоционального возбуждения в зависимости от частотной структуры музыкального фрагмента.

Ключевые слова: Аудио восприятие, рок-музыка, звуки природы, белый шум, ЭЭГ.

Summary. *Shpenkov O.O., Tukaiev S.V., Zyma I.G., Kryzhanovskyi S.A. EEG dynamics during the listening to the rock music with modified frequency structure.* Investigation of the emotional influence of audio stimuli on the human is relevant and popular today because the music in everyday life has a lasting impact on the psycho-physiological state. The aim of the study was to investigate neurodynamics of human brain during listening to the sounds (white noise and sound of birds) and two variants of rock music (complete frequency range and cutting frequency range (60, 150, 400 Hz). 20 healthy volunteers (women and men) - students aged 18 to 22 years with no prior musical education participated in this study. We estimated the spectral power density (SP) of all frequencies from 0.2 to 35 Hz. The results demonstrated that the changes of SP in theta- and beta-bands during listening to the sounds and rock music are related to emotional and cognitive processes. During listening to the rock-music in both variants we observed the different lateralization: left temporal, parietal and occipital zones (the native rock music) and right frontal, temporal and parietal zones (the rock music with reduced frequency range). This allows us to conclude that during listening to the music take place analytic cognitive process and/or emotion activating component.

Key words: Audio perception, rock-music, nature sounds, white noise, EEG.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією	17.01.2014
Прийнято до публікації	14.03.2014

УДК 612:017.1:796.072.2

S.V. Sokolenko

INFLUENCE OF MODERATE PHYSICAL LOADS CAUSED BY PHYSICAL TRAINING ON HUMORAL COMPONENT OF SPECIFIC IMMUNITY INDICES

We have studied the humoral immunity changes of students under the influence of physical training. In the course of research we have discovered some adaptation reactions under the influence moderate physical loads. In particular there is a downward trend in serum immunoglobulin level (for all basic immunoglobulin classes: IgG, IgM and IgA). We also have analyzed the influence of moderate physical loads on the level of B-lymphocyte expressing antigen CD72. CD72 molecule is a IgM receptor and a ligand for CD5 molecule located on T-cell and it provides effective contact with T-helpers. Functionally mature B-lymphocyte is the precursor of antibody-forming plasma cells and correspondingly it is the cell factor of humoral specific immunity. The tendency is observed for a slight increase in percentage of cells with CD72+ phenotype in the absence of changes in their absolute number. Thus, we can prove the reference data that intensive physical loads inhibit mainly T-system of immunity and have almost no influence on B-cell link at the initial stage of adaptation process. Adaptation reaction of humoral component of specific immunity during moderate physical load is weak.

Keywords: physical education, physical loads, humoral immunity, B-lymphocyte, immunoglobulin, adaptation.

Problem definition. Recent studies and publications analysis. Analysis of medical examination results of students of Cherkasy National University showed that only one third of examined can be referred to the group of healthy or almost healthy, others turned to have various serious chronic diseases and need a complex of rehabilitative measures. So, the majority of students can't attend the main group of physical training lessons. At the same time major part of their life students have to live and work indoors, thus they have pronounced deficit of efferent activity [6, 8]. A vicious circle arises – young people studying in educational institutions could intensify their efferent activity on the lessons of physical training but attending these lessons is impossible for a big part of students because of their poor health. Lately more and more often a question arises whether physical loads really improve man's health?

Investigations of influence of physical loads on immune system indices demonstrate discordant data.

On the one hand there is no doubt that intensive and durable load of professional sportsmen especially in the competition period is a powerful immunosuppressant that causes depression of different elements of immune response [8]. Mechanism of suppressor effect of physical loads on natural resistance of human organism can be explained by their stress influence [1, 2]. Physical loads that reach the stress level influence main regulative systems of human organism causing development of adaptation syndrome, and if powerful and stable can cause homeostasis disordered and a number of pathologic conditions.

Immune system along with nervous and endocrine systems are main regulative systems that take part in adaptation syndrome development on all its stages. Pathophysiologic changes during adaptation breakdown are predetermined by changes of immune and endocrine homeostasis [4, 9].

On the other hand positive consequences of therapeutic physical training in diseases of various etiology are indisputable [1].

Thus, the question of physical load optimization in educational institutions is still open. Discussion as to “hypodynamia” concept and its correction continues [10]. Criteria of youth’s adaptation for physical exercise are being analyzed [4].

A weighty criterion of adaptation process to physical load is immune system indices in dynamics [10]. According to reference data determination of humoral immunity components that provide homeostasis is of high practical importance for sport medicine as criterion of adaptation possibilities of humans during intensive physical loads is [1, 3]. This explains urgency of our investigation.

Investigations were executed as part of the project “Exploration of vitamins influence on immunodefensive organism functions and lipid metabolism in normal physiological conditions and in the process of hypercholesterolemia development” (on order of Ministry of Education and Science of Ukraine).

Object of an article: to study the humoral immunity indices of students under the influence of moderate physical loads on the physical training lessons in educational institutions.

Methods

To attain the object we have definite *tasks*: estimating the humoral immunity indices of students of educational institutions before and after physical training lessons, information processing, formulation of conclusions.

Object of study and investigation methods: humoral immunity indices investigation was implemented in the group of second-year students aged 18-20 years who lived in the same climatic and geographical conditions for a long period of time. All students didn’t have any acute or chronic diseases and attended the main group of physical training. The number of investigated – 40 people.

Immune system indices analysis was done in September before and after physical training lessons.

Educational-training process was held in the form of 90-minute health training process organized in traditional structure and contained exercises according to national educational program.

Blood samples were taken a day before physical training lessons. Second blood sampling was done just after the lesson.

Leukocyte level was calculated in Goryaev camera, lymphocyte level was determined using a blood smear (dyeing by Romanovskiy-Himse).

Expression of surface antigen CD72 with peripheral blood lymphocyte was determined with immunofluorescence method using monoclonal antibody to surface marker of immune system cells 3F3 and F(ab)₂ – fragments of ovine antibodies to IgG of a mouse, marked FITC (“Sorbent”, Moscow).

Immunoglobulin level in blood plasma was defined with radial immunodiffusion method for Mancini using monospecific antisera IgG(H), IgM(H), IgA(H).

Data were processed in Microsoft Excel.

Results and discussion

We have analyzed the influence of moderate physical loads on the level of main classes of blood serum immunoglobulin.

According to the reference data excessive physical loads cause accumulation of a great number of intermediate metabolic products in blood. As a result a significant shift of acid-base balance to acid side and essential temperature rise occurs. It causes activation of a group of ferments including protease that is able to destroy immunoglobulin molecule decreasing its level.

Along with pH change intensified secretion of immunotropic hormones takes place, they can be linked with albumin and globulins. This process is accompanied by further reduction of immunoglobulin level. The entire elimination of immunoglobulin from blood serum occurs in a process of their sorption (fixation) with numerous receptors including Fc on blood cells and many other cells [8].

Generally reduction of the level of all immunoglobulin classes is a common consequence of intensive physical loads [3]. In certain investigations there is information about possible increasing of IgA level against the background of decreasing of other immunoglobulin classes.

IgG is the main class of serum antibodies during the secondary immune response. It has the ability to penetrate through the placental barrier and that's why it is the main infection-defending factor for newborns in their first weeks of life. It is of great importance for bacterial toxins and microorganisms opsonization. IgG concentration is the highest among immunoglobulin in blood serum. Having high specificity, IgG is actively assisting immune response and regulating it and at the same time influencing activity of other immune response mechanisms – cell and humoral and defining the full scale of immune response [5].

IgA is present in blood serum in monomeric form. Dimeric form is found mostly in mucous membrane secretion and protects from infection penetration. Serum IgA is able to decontaminate microbes and toxins circulating in blood but its effect is weaker than secretory IgA [5].

IgM is the first barrier on infection path and evolutionary it appeared earlier than other immunoglobulin classes. On the membrane of B-lymphocyte it exists as a monomer and is a typical antigen-specific receptor of these cells.

After activation B-lymphocyte secretes pentameric IgM and then IgG and other immunoglobulin classes. As IgG synthesis and titer increase we can see sudden decrease of synthesis of slightly specific IgM that is regulated only with a level of appropriate specific IgG [5].

IgG synthesis is resistant to immunosuppressive agents and irradiation [5].

In our case after moderate physical loads we observed a tendency for a decrease in the level of all classes of immunoglobuline but discovered that changes were not statistically significant (Table 1).

Table 1

Humoral immunity and antibody-forming cell level before and after physical training lessons

Value	Before physical training	After physical training	p
IgG, mg/ml	9.59±0.173	9.44±0.201	p>0.05
IgM, mg/ml	1.58±0.114	1.51±0.071	p>0.05
IgA, mg/ml	1.79±0.082	1.72±0.082	p>0.05
CD72+, %	9.84±0.157	9.97±0.184	p>0.05
CD72+, x10 ⁹ /l	0.17±0.003	0.17±0.004	p>0.05

We have analyzed also the influence of moderate physical loads on the level of B-lymphocytes expressing antigen CD72. CD72 molecule is a receptor of IgM and a ligand for CD5 molecule located on T-cells, and it provides effective contact with T-helpers. Functionally mature B-lymphocyte is the precursor of antibody-forming plasma cells and correspondingly it is the cell factor of humoral specific immunity [5]. The tendency is observed for a slight increase of percentage of cells with CD72+ phenotype while their absolute number remains unchanged (Table 1).

Thus, we can prove the reference data that intensive physical loads inhibit mainly T-system of immunity and have almost no influence on B-cell link on the initial stage of adaptation process [7]. Adaptation reaction of humoral component of specific immunity on the moderate physical loading is weak.

Conclusions

In the course of research we have detected a weak adaptation reaction of humoral immunity component after moderate physical loads during physical training lessons.

In particular, after moderate physical loads a tendency for decrease of level of immunoglobulins of analyzed classes was observed and a slight increase of percentage of B-lymphocytes with CD72+ phenotype which didn't reach the level of statistical significance.

Further research in this sphere supposes evaluation of additional factors that can influence immune system indices change under the influence moderate physical loadings. These factors in particular are genetically determined control of immune status and role of psychoemotional load caused by educational process.

References

1. Аронов Г.Е. Иммунологические методы в оценке состояния здоровья спортсменов / Г.Е. Аронов, Н.И. Иванова // Иммунология и аллергология. – 1984. – Вып. 18. – С. 96–98.
2. Аронов Г.Е. Иммунологическая реактивность в оценке состояния здоровья спортсменов / Г.Е. Аронов, Н.И. Иванова. – Киев: Здоровье, 1987. – 86 С.
3. Гелькин В.М. Состояние иммунного статуса организма при тренировочных нагрузках силовой направленности тяжелоатлетов / В.М. Гелькин // Олимпийский спорт. – 1993. – №7. – С. 12-13.
4. Двигательная активность и здоровье / [Н.А. Агаджанян, В.Г. Двоеносов, Н.В. Ермакова и др.] – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – 216 с.
5. Дранник Г.Н. Клиническая иммунология и аллергология: учебное пособие. / Г.Н. Дранник. – Одесса: Астропринт, 1999. – 604 с.
6. Зміни вегетативних функцій у студентів початкових курсів / [В.Є. Антонік, Є.П. Антонік, А.П. Афонін та ін.] // Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі: симпозиум, 4-5 жовтня 1995 р.: тези доповідей – Київ–Черкаси, 1995. – С. 1.
7. Иванова Н.И. Влияние физических нагрузок на системы иммунитета / Н.И. Иванова, В.В. Талько // Теория и практика физической культуры. – 1981. – №1. – С. 82–83.
8. Суздальницкий Р.С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессовых иммунодефицитов / Р.С. Суздальницкий, В.А. Левандо // Теория и практика физической культуры. – 2003. – №1. – С.26-31.
9. Хайтов Р.М. Иммунитет и стресс / Р.М. Хайтов, В.П. Лесков // Рос. Физиол. Ж. – 2001. – Т. 87, № 8. – С. 1060–1072.
10. Shirinsky I. Social stress disorders and immunity / I. Shirinsky, V. Shirinsky // Russ. J. Immunol. – 2001. – V. 6, № 2. – P. 207–214.

Анотація. Соколенко С.В. Вплив помірних фізичних навантажень, зумовлених заняттям фізичною культурою, на показники гуморальної ланки специфічного імунітету. Вивчали зміни показників гуморального імунітету у студентів під впливом занять фізичною культурою. Проведені дослідження виявили певні адаптивні реакції показників на помірні фізичні навантаження, зокрема, тенденцію до зниження рівня основних сироваткових імуноглобулінів (усіх трьох класів: IgG, IgM та IgA). Проаналізовано також вплив помірних фізичних навантажень на рівень В-лімфоцитів, що експресують антиген CD72. Молекула CD72 є рецептором для IgM та лігандом для молекул CD5, розміщених на Т-клітинах, вона забезпечує ефективний контакт з хелперними Т-лімфоцитами. Функціонально зрілі В-лімфоцити є попередниками антитілопродукуючих плазматичних клітин, і, відповідно, клітинним фактором гуморального специфічного імунітету. Виявлено тенденцію до незначного підвищення відсотку клітин з фенотипом CD72+ та відсутність змін їх абсолютного числа. Таким чином, підтверджуються дані літератури, згідно яких фізичні навантаження високої інтенсивності пригнічують переважно Т-систему імунітету і практично не впливають (або навіть розгальмовують) В-клітинну ланку у початковій стадії адаптаційного процесу.

Ключові слова: фізичне виховання, фізичні навантаження, гуморальний імунітет, В-лімфоцити, імуноглобуліни, адаптація.

Аннотація. Соколенко С.В. Влияние умеренных физических нагрузок, обусловленных занятиями физической культурой, на показатели гуморального звена специфического иммунитета. Изучали изменения показателей гуморального иммунитета у студентов под воздействием занятий физической культурой. Проведенные исследования продемонстрировали определенные адаптивные реакции показателей на дозированные физические нагрузки, в частности, тенденцию к снижению уровня основных сывороточных иммуноглобулинов (всех трех классов: IgG, IgM и IgA). Проанализировано также влияние умеренных физических нагрузок на уровень В-лимфоцитов, экспрессирующих антиген CD72. Молекула CD72 является рецептором для IgM и лигандом для молекул CD5, размещенных на Т-клетках, она обеспечивает эффективный контакт с хелперными Т-лимфоцитами. Функционально зрелые В-лимфоциты – предшественники антителопродуцирующих плазматических клеток, и, соответственно, клеточные факторы гуморального специфического иммунитета. Обнаружены тенденция к незначительному повышению процента клеток с фенотипом CD72+ и отсутствие изменений их абсолютного числа. Таким образом, подтверждаются данные литературы, согласно которым физические нагрузки высокой интенсивности подавляют преимущественно Т-систему иммунитета и практически не влияют (или даже растормаживают) В-клеточное звено в начальной стадии адаптационного процесса.

Ключевые слова: физическое воспитание, физические нагрузки, гуморальный иммунитет, В-лимфоциты, иммуноглобулины, адаптация.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією	14.11.2013
Прийнято до публікації	14.03.2014

UDC 612.82:(612.825.55+612.843.317)

L.I. Yukhymenko, V.S. Lyzogub, S.M. Khomenko

THE ROLE OF THE MAIN NERVOUS PROCESSES IN FUNCTIONING OF SENSORY BRAIN SYSTEMS

The role of the main nervous processes in functioning of sensory brain systems is investigated. The correlation analysis of evoked brain potential components and the indexes of highly genetically determined features of higher nervous activity – the functional mobility and strength of nervous processes based on the study of processing auditory and visual information is conducted for this purpose. The main nervous processes are considered to be a part of the single physiological mechanism including the early stages of forming brain responses.

Keywords: *the main nervous processes, the functional mobility and strength of nervous processes, sensory processes, visual and auditory analyzer, evoked potentials, electroencephalography.*

Problem definition. Recent studies and publications analysis. It was B.M. Teplov who pointed out the possibility of correlation between special properties of a man and functioning of his analyzers [12]. Some authors stresses the ambiguous role of the main nervous processes (their partiality) in different analyzers [6, 9]. In their opinion, the partiality of nervous system properties may be stipulated by the participation of different nervous structures, the individual degree of excitability of corresponding unconditional centers, methodical approaches to finding neuro-physiological features, the modality of applied stimuli, etc.

The role of nervous system properties in the different structures of holistic brain needs further development since it concerns with both theoretical and practical foundations of many branches of physiology and psychology.

The application of evoked potential method provides high time and space permission and allows obtaining detailed space-time sequence of the electric events arising in the brain in all the periods of performing psycho-physiological task [3].

At present, the authors study mostly the late components of evoked potentials; the initial stages of perception, selection and distribution of material on which further processing of material depends, remain outside of research [14, 16]. The impacts of modality on amplitude-time parameters of evoked potential components, topographic features of their wave development in response to the presentation of sensory irritants are not sufficiently studied.

We suppose that functional mobility of nervous processes as one of the important time characteristics of CNS functioning makes its contribution to the work of analyzer systems, primarily, visual and auditory ones.

It may be possible that in case of correlation between the neuro-dynamics properties of higher parts of central nervous system and the components of brain evoked potentials, such data would be useful in vocational work, the prevention of neurological symptoms.

Object of an article. The goal of the work was to find the features of processing auditory and visual information, to define possible neuro-physiological mechanisms and electro-physiological correlates with highly genetically determined neuro-dynamic properties of higher nervous activity – the functional mobility and strength of nervous processes.

Methods

The evoked potentials (EP) of cerebral cortex, the time of latent periods of different auditory and visual-motor reactions, the properties of the main nervous processes: functional

mobility (FMNP) and strength (SNP) were investigated among the examined 60 men aged 18-20.

The registration of EEG was performed on multichannel encephalograph “Neurocom” XAI Medica with placing electrodes in symmetrical frontal, parietal and occipital leads according to the international system of 10-20.

To register auditory long latent evoked potentials, the standard binaural stimulation with closed eyes in light-and sound-proofed chamber with the duration of 50 ms with sequence period of 1-2 s. was applied. The tone frequency of significant stimulus was 2000 Hz, and insignificant ones – 1000 Hz. The long latent evoked potentials of visual modality were determined with standard photo-stimulation.

To determine the functional mobility and strength of nervous processes, the examined persons performed five-minute tests on processing visual and auditory information in “feedback” regime according to M.V. Makarenko method at computer complex “Diagnost – 1M” [8, 10]. The results were processed with statistic set of Excel-2010 program.

Results and discussion

The investigation results of auditory and visual-motor activity are presented at Fig. 1.

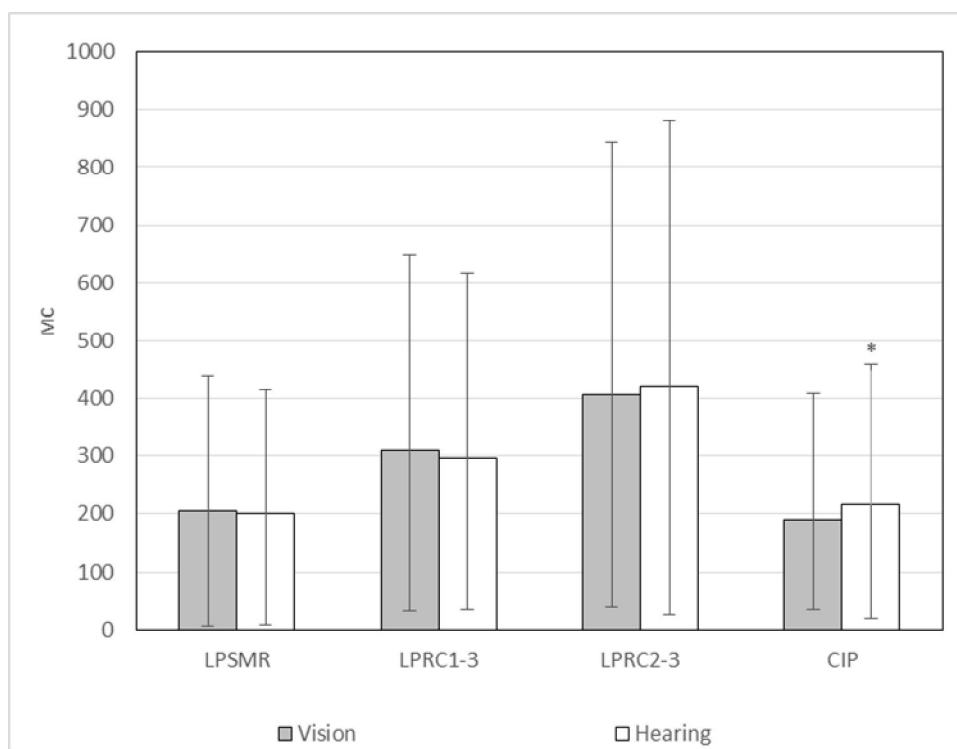


Fig. 1. Medians (1st and 3rd quartiles) of latent periods of varying complexity and central information processing (ms); probability of distinctions * - $P < 0.05$

It shows that there are no significant differences between latent reactions being different according to modality (sight and hearing) and to difficulty degree (simple – latent period of simple motor reaction (LPSMR), with one choice – latent period of reaction with one choice (LPRC₁₋₃) and two choices (LPRC₂₋₃). At the same time, the index of central information processing (CIP) as time difference between the reaction with two choices and simple sensory-motor response was significantly less in work with the stimuli of visual modality ($p < 0.05$).

Correlation analysis shows reliable correlation between functional mobility of nervous processes and CIP time ($r = 0.67$, $p < 0.001$), and between FMNP and the number of processed

irritants in both modalities ($r=0.67$, $p<0.001$).

The following data may show intra-individual variations in the excitability of corresponding unconditional centers. Therefore, we compare the options reflecting FMNP and SNP in processing auditory and visual information (Fig.2).

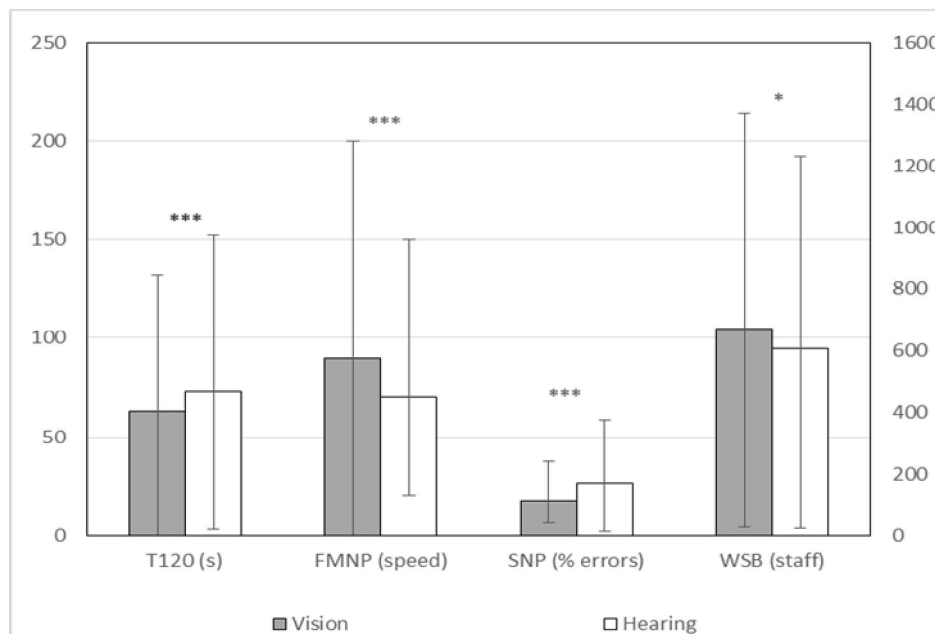


Fig. 2. Medians (1st and 3rd quartiles) of main nervous processes (the right scale concerns to parameters WSB); probability of distinctions * - $P<0.05$, *** - $P<0.001$

The Fig.2 shows that the indexes of mobility of nervous processes and the efficiency of the cerebral cortex in processing visual information are reliably better if compared with analogical indexes obtained in work with auditory irritants.

Previously, the similar data were found in the investigation of monkeys' mobility in visual and auditory analyzers in favor of the first one [1]. It was hypothesized as to the possible differences in the efficiency of cortical elements of the investigated analyzers at these animals. It is possible that certain analyzer is able to play a "leading" role participating in the organization of an animal's behavioral reactions. Probably, both a man and an animal have similar relations between different analyzer systems; since already proved analogies (e.g. of memory: visual, auditory, motor, tactile) indicates this fact.

M. Wertheimer [2] explained the availability of such fluctuations in the psychophysiological characteristics of sense organs by the possibility of countervailing fluctuations of excitability of cortical areas of corresponding analyzers, namely, the index of their functional independence. On the other hand, such differences in functioning of analyzers may be connected with those processes that take place in receptors directly (shift differences of the sensitivity of different modalities) [9].

To determine the process taking place in perception apparatus and in cortical parts of investigated analyzers we apply the method of evoked potentials. The previous investigations show that the sources of early components (to 15 ms after stimulus) are extra-cerebral, extra-cortical factors and afferentation. The components ranging 20-40 ms are stipulated by the transmission of impulses in high-speed lemniscus system. Later (40-100 ms) components of EP are the reflection of afferent feed which passes through the striatal complex and association nuclei of the thalamus. The components ranging 100-300 ms are the result of non-specific afferentation from reticular formations of the thalamus and the limbic areas of the cortex of the frontal and temporal parts [3, 4].

The form, amplitude and latent period of long-latent EP oscillations are known to depend on modality and the individual features of a person [11].

The registration results of evoked potentials of different modality are given in Table 1 and 2.

Table 1

Medians (1st and 3rd quartiles) of latent components of evoked potentials of the investigated persons

P ₁ (s/d)	N ₁ (s/d)	P ₂ (s/d)	N ₂ (s/d)	P ₃ (s/d)
Sight (photo-stimulation, withdrawal P ₃ , P ₄)				
3 (31; 0)	35 (67; 21)	94 (112.5 ;74)	135 (180.5; 127)	213 (230; 167)
4 (35; 0)	47 (62; 15.5)	98 (119.5; 83)	174 (199; 134)	285 (363.5; 188)
(withdrawal O ₁ , O ₂)				
4 (14.0; 0)	21 (56; 14.5)	98 (117; 87)	196 (253.5; 139)	296 (336; 164)
3 (39; 0)	56 (67.5; 44)	96 (11.1; 87.5)	151 (200; 127)	164 (353; 143)
Hearing (tone-stimulation , withdrawal C ₃ , C ₄)				
22 (28; 13)	74 (20.5 ;39)	166 (10.5; 8)	180 (45; 20)	400 (77; 224)
31 (28; 31)	76 (14.5; 41)	177 (9.5; 21.5)	186 (32; 15.5)	206 (414; 155.5)
Reliability (sight P ₃ , P ₄ – hearing C ₃ , C ₄)				
p>0.05	p>0.05	p<0.01	p>0.05	p>0.05
Reliability (sight O ₁ ,O ₂ -hearing C ₃ ,C ₄)				
p>0.05	p>0.05	p<0.01	p>0.05	p>0.05

Table 2

Medians (1st and 3rd quartiles) of amplitude components of evoked potentials of the investigated persons

P ₁ -N ₁ (s/d)	N ₁ -P ₂ (s/d)	P ₂ -N ₂ (s/d)	N ₂ -P ₃ (s/d)	P ₃ -N ₃ (s/d)
Sight (photo-stimulation, withdrawal P ₃ , P ₄)				
4.71 (5.9; 2.8)	5.84 (10.8;3.9)	5.58 (11.2; 3.1)	7.5 (8.64; 5.51)	6.12 (12.6; 2.4)
3.54 (6.5; 2.5)	6.47 (9.7;3.7)	6.62 (15.3;4.1)	8.88 (15.0; 6.5)	8.4 (15.5; 4.6)
(withdrawal O ₁ , O ₂)				
4.42 (7.5; 3.1)	6.47 (8.0; 4.35)	6.1 (13.7; 4.7)	8.42 (16.7; 5.0)	7.1 (14.0;5.1)
3.81 (7.2; 2.3)	6.82 (8.0; 5.2)	6.8 (11.7; 4.9)	9.73 (12.4; 2.6)	4.9 (8.2;2.9)
Hearing (tone-stimulation , withdrawal C ₃ ,C ₄)				
0.85 (0.62;0.53)	9.6 (0.99; 2.0)	0.1 (1.97; 0.07)	6.67 (2.53; 1.4)	8.46 (1.7; 3.43)
1.4 (0.5; 0.6)	8.62 (0.53; 1.11)	0.1 (2.47; 0.08)	7.57 (1.05; 2.3)	7.83 (6.48; 1.6)
Reliability (sight P ₃ , P ₄ – hearing C ₃ , C ₄)				
p<0.05 – 0.01	p>0.05	p<0.01	p>0.05	p>0.05
Reliability (sight O ₁ ,O ₂ -hearing C ₃ ,C ₄)				
p<0.05	p>0.05	p<0.01	p>0.05	p>0.05

Reliably shorter latency of the component of P₂ evoked potentials and higher inter-peak amplitude of P₁-N₁ and P₂-N₂ evoked potentials were found to the action of visual stimuli relatively the similar data obtained to the stimuli of auditory modality (p<0.05 – 0.01). The amplitude characteristics had been found to be characterized with the activity of non-specific ascending systems of the brain and to reflect the current neuro- and psycho-physiological state of a man [13].

It was proved that the processing of sensory information might be estimated by analyzing the amplitudes and latent periods of EP consecutive components [15]. Thus, N₁ and

P₂, reflect earlier stages of information processing – the initial selection and recognition of stimuli and the beginning of their classification process [14, 16].

The investigation found the correlation between FMNP and P₁-N₁ and N₁-P₂ inter-peak intervals of both modalities ($r = 0.32-0.34$, $p < 0.05$) of the right hemisphere. The obtained data show that the sensory system forms the final result of information processing starting with receptor part, obviously, on the basis of the integration effect of many infra-cortical brain structures participating in reception, transmission, decoding, analysis, synthesis, providing appropriate tonus and other numerous functions of dynamic character in which FMNP plays a leading part.

Although the excitation of primary cerebral cortex neurons is not a sufficient condition for the emergence of full sensation, however, it is an obligatory and necessary element for further formation of response and creates conditions for special organization and interaction of brain structures [5]. The discovered connection between the amplitude characteristics of EP and FMNP proves the participation of the main nervous processes in the deployment of responses in the sensory areas of the brain.

On the other hand, on the initial stages of reception, the modality of stimulus participates in future response; however, it is presented in implicit form [6]; but it is possible that the specific character of physiological processing mechanisms and corresponding morpho-functional features of a definite analyzer may stipulate the difference on effector.

Besides, a distinction threshold is found to be mostly a constant and is characterized for each analyzer by relative quantity: it is 1/1000 for visual one, it is 1/10 for auditory one [7]. We are inclined to believe that the obtained reliably shorter latency and higher inter-peak amplitude of early components to the stimuli of visual modality is rather connected with higher threshold of sensitivity in the given analyzer but not with its functional independence. In fact, the obtained connection between FMNP and P₁-N₁ and N₁-P₂ inter-peak intervals in both modalities shows the common physiological mechanism of their work.

Thus, the main nervous processes as an integral functional component of cerebral organization provide the activity of generally activated non-specific system and corresponding dynamic activity of the investigated sensory brain systems.

Conclusions

1. The main nervous processes are the component of the single physiological mechanism of sensory response starting with the early stages of its formation.
2. The correlation between FMNP and P₁-N₁ and N₁-P₂ inter-peak intervals was found.
3. Reliably shorter latency of P₂ evoked potential component and higher inter-peak amplitude of P₁-N₁ and P₂-N₂ evoked potential components to the action of visual stimuli were found.
4. The obtained results may be useful in labour physiology, sensory systems, age physiology, the prevention and treatment of the organs of sight and hearing.

References

1. Вацуро Э.Г. Исследование высшей нервной деятельности антропоида (шимпанзе) / Э.Г. Вацуро. – М., 1948. – 335с.
2. Вертгеймер М. Продуктивное мышление / М. Вертгеймер. – М.: Прогресс, 1987. – 456с.
3. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике / В.В. Гнездицкий. — М.: МЕДпрессинформ, 2003. – 264 с.
4. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней: (Руководство для врачей). – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 488с.
5. Иваницкий А.М. Информационные процессы мозга и психическая деятельность / А.М. Иваницкий, Стрелец В.Б., Корсаков И.А. – М.: Наука, 1984. – 200 с.
6. Иваницкий А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов / А. М. Иваницкий. – М.: Медицина, 1976. – 298с.

7. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии / А.Р. Лурия. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 384 с.
8. Макаренко М.В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми / Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних Сил України. – Київ.: 2006. – 395 с.
9. Небылицин В. Д. Основные свойства нервной системы / В. Д. Небылицин. – М.: Просвещение, 1966. – 348с.
10. Патент 96496 Державна служба інтелектуальної власності України, МПК А 61В5/16. Спосіб психофізіологічної оцінки функціонального стану слухового аналізатора / Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Галка М.С., Юхименко Л.І., Хоменко С.М. - № а 2010 02225; заявл. 01.03.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
11. Русалова М.Н. Функциональная асимметрия мозга и эмоции // Успехи физиол. наук. - 2003. - Т. 34. - №4, - С. 93-112.
12. Теплов Б.М. Психология и психофизиология индивидуальных различий / Б.М. Теплов. - М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж; НПО «МОДЭК», 1998.- 562с.
13. Halder S. Neural mechanisms of brain-computer interface control / S. Halder, D. Agorastos, R. Veit, E.M. Hammer, S. Lee, B. Varkuti, M. Bogdan, W. Rosenstiel, N. Birbaumer, A. Kübler // Neuroimage , Vol. 55, no. 4. – 2011. – 1779-1790p.
14. Philipova D.T. Changes in N1 and P3 components of the auditory event-related potentials in extraverts and introverts depending on the type of the task / D.T. Philipova // Folia Medica. - 2008. 50. 2. 24–31.
15. Coles M. G. H. Electrophysiology of mind: event-related brain potentials and cognition / M. G Coles & M. D. Rugg Event-related brain potentials: an introduction. In M. D. Rugg & M. G. H. Coles (Eds.) // New York: Oxford University Press. - 1996. - p. 238.
16. Hu Z. Neural correlates of audiovisual integration of semantic category information / Z. Hu, R.Zhang, Q. Zhang, Q. Liu, H. Li. // Brain and Language. - 2012. - 121. 70–75.

Аннотация. *Юхименко Л.И., Лизогуб В.С., Хоменко С.Н. Роль основных нервных процессов в функционировании сенсорных систем мозга. Исследовали роль основных нервных процессов в функционировании сенсорных систем мозга. С этой целью проводили корреляционный анализ компонентов вызванных потенциалов мозга и показателей высоко генетически детерминированных особенностей высшей нервной деятельности – функциональной подвижности и силы нервных процессов на основе изучения переработки слуховой и зрительной информации. Показано, что основные нервные процессы являются частью единого физиологического механизма, включая ранние этапы формирования ответных реакций мозга.*

Ключевые слова: *основные нервные процессы, функциональная подвижность и сила нервных процессов, сенсорные системы, зрительный и слуховой анализатор, вызванные потенциалы, электроэнцефалография.*

Аннотация. *Юхименко Л.И., Лизогуб В.С., Хоменко С.М. Роль основных нервных процессов в функционировании сенсорных систем мозга. З'ясовували особливості переробки слухової та зорової інформації, виявляли можливі нейрофізіологічні механізми та електрофізіологічні кореляти з високо генетично детермінованими нейродинамічними властивостями вищої нервової діяльності – функціональною рухливістю та силою нервних процесів. На основі отриманих компонентів викликаних потенціалів мозку та встановлених зв'язків доведено, що основні нервові процеси є складовою єдиного фізіологічного механізму починаючи з ранніх етапів формування мозкових відповідей.*

Ключові слова: *основні нервові процеси, функціональна рухливість і сила нервних процесів, сенсорні системи, зоровий та слуховий аналізатор, викликані потенціали, електроенцефалографія.*

**Mykhajlo Bosyj Scientific research institute of physiology
Bohdan Khmelnytskyj Cherkasy National University**

Arrived: 05.12.2013
Approved: 14.03.2014

Відомості про авторів

Анистратенко Виталий Вячеславович - доктор биологических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией зоогеографии, Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины

Бічекуєва Фатіма Хаджімуратовна - к.м.н., м.н.с., МЦАМЕД, с.Терскол, КБР, Російська Федерація

Боєчко Любов Олександрівна – доцент кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Б.Хмельницького

Боєчко Федір Федорович – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент АПН України, завідувач кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Б.Хмельницького

Борисенко Микола Миколайович - інженер Канівського природного заповідника Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Брошко Євгеній Олегович – аспірант, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, відділ еволюційної морфології хребетних

Гаврилюк Максим Никандрович - к.б.н., доцент кафедри екології та агробіології Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Галушко Ольга Сергіївна - аспірант, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка / Національний історико-культурний заповідник «Чигирин» філіал «Холодний Яр»

Горенко Зоя Анатоліївна – старший науковий співробітник відділу загальної фізіології НДІ фізіології імені академіка Петра Богача ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат біологічних наук

Грищенко Віталій Миколайович – к.б.н., заступник директора з наукової роботи Канівського природного заповідника Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Гудаков Олексій Олександрович – аспірант, Сумський національний аграрний університет

Дерій Сергій Іванович – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології та агробіології Черкаського національного університету імені Б.Хмельницького

Діденко Світлана Яківна - к.б.н., Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка

Євтушенко Олексій Львович – к.б.н., м.н.с., інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України

Зима Ігор Григорович - к.б.н., старший науковий співробітник ННЦ “Інститут біології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Ілюха Олександр Володимирович – викладач біології та біохімії Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Карабань Ірина Миколаївна - доктор мед. наук, професор, завідувач відділу клінічної фізіології та патології екстрапірамідної нервової системи ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України"

Ковтун Михайло Фотійович - доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузену НАН України, відділ еволюційної морфології хребетних

Кожем'яко Наталія Сергіївна - студент 4 курсу ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка,

Конограй Володимир Анатолійович – к.б.н., викладач кафедри екології та агробіології Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Кравченко Юрій Володимирович – м.н.с, інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України

Крижановський Сергій Анатолійович - к.б.н., науковий співробітник ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Куна Лоліта Валеріївна - студент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Куценко Тетяна Васиївна - канд. биол. наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Лизогуб Володимир Сергійович – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Лисенко Олена Миколаївна – доктор біологічних наук, ст.н.с., завідувач відділу науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України

Лозовская Анастасія Сергіївна – студент, ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Макарчук Микола Юхимович – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Миколенко Лариса - старший науковий співробітник відділу охорони пам'яток Шевченківського національного заповідника

Мищенко Віктор Сергійович – доктор біологічних наук., професор, Академія фізичного виховання і спорту Гданська (Польща)

Портніченко Володимир Ілліч – к.м.н., замісник директора по науковій роботі МЦАМЕД, інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України

Редька Ірина Васиївна – к.б.н., докторант кафедри фізіології людини і тварин, доцент кафедри валеології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Рябцева Юлія Сергіївна – к.б.н., м.н.с., Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузену НАН України

Собищанский Сергій Олегович – аспірант, ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Соколенко Світлана Вікторівна – к.б.н., ст. викладач кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Спрягайло Олександр Васильович - к.б.н., кафедра екології та агробіології Черкаського національного університету імені Б.Хмельницького

Тукаєв Сергій Вікторович - к.б.н., старший науковий співробітник ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Філімонова Наталія Борисівна – к.ф.-м. н., науковий співробітник, відділ "Фізіології мозку та психофізіології" НДІ фізіології імені академіка Петра Богача Навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Халиман Игорь Алексеевич – к.б.н., доцент кафедри экологии и охраны окружающей среды, Таврический государственный агротехнологический университет

Хоменко Сергій Миколайович - к.б.н., доцент кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Чернишова Таїсія Миколаївна - к.б.н., старший викладач, кафедра загальної екології, Житомирський національний агроекологічний університет

Чернінський Андрій Олександрович - к.б.н., науковий співробітник ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Чічкін Володимир Сергійович- інженер, ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Шпенков Олексій Олександрович - студент 5 курсу ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Юхименко Лілія Іванівна – к.б.н., доцент кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Яблоновська-Грищенко Євгенія Дмитрівна – к.б.н., Канівський природний заповідник Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ЗМІСТ

Лизогуб В. С., Дерій С. І., Гаврилюк М. Н. Життєвий і творчий шлях Федора Федоровича Боєчка	3
Бичекуева Ф.Х., Кравченко Ю.В., Евтушенко А.Л., Портниченко В.И. Влияние долговременной гипоксии на вид старшекласников при адаптации к учебному процессу	7
Боєчко Ф.Ф., Боєчко Л.О. Окремі біохімічні показники, специфічні тести та функціональні проби в ідентифікації вітамінодефіцитних станів	14
Брошко Є. О., Ковтун М. Ф. Морфометричні та біомеханічні особливості організації скелету кінцівок деяких наземних хребетних з різним типом локомоції і орієнтації кінцівок	23
Гаврилюк М. Н., Грищенко В. М., Ілюха О. В., Яблоновська-Грищенко Є. Д., Борисенко М. М. Зимівля водоплавних і навколоводних птахів у районі Кременчуцького водосховища в зимові сезони 2012/2013 та 2013/2014 рр.	32
Горенко З.А. Особливості якісного складу жовчі собак при дії різних доз гліцину	38
Гудаков О.О. Детермінанти стану популяцій <i>Convallaria majalis</i> в соснових лісах Гетьманського НПП	45
Кожем'яко Н. С., Крижановський С. А., Чернінський А. О., Зима І. Г., Карабань І. Н. Особливості біоелектричної активності головного мозку при хворобі Паркінсона	52
Конограй В.А. Типологічна схема геокомплексів території Кременчуцького водосховища	59
Купа Л.В., Філімонова Н.Б. Зміни активності головного мозку чоловіків при виконання вербальних субтестів логічного відбору та визначення загальних рис тесту Амтхауера	64
Куценко Т.В., Лозовська А. С. Міжпівкульні відмінності ЕЕГ дельта-бета поєднання у лівшів при виконанні емоційного тесту Струпа	70
Лисенко О.М., Міщенко В.С. Відмінності умов прояву максимальних аеробних можливостей спортсменів, обумовлених спрямованістю процесу довгострокової адаптації	78
Редька І.В. Специфічні риси електричної активності головного мозку дітей 8-12 років з набутими зоровими дисфункціями	86
Рябцева Ю.С. Внутривидовая изменчивость раковины брюхоногих моллюсков рода <i>Viviparus</i> в водоемах Украины	93

Собіщанський С.О., Чічкін В.С., Макарчук М.Ю. Прилад для реєстрації зовнішнього дихання людини	100
Спрягайло О.В., Діденко С.Я., Миколенко Л.В., Галушко О.С. Урочище «Ходачки» – перспективна пам’ятка природи	106
Халиман И.А. , Анистратенко В.В. Двустворчатые моллюски семейства Cardiidae как тест-объект мониторинга состояния вод северо-западного Приазовья	110
Чернишова Т. М. Порівняльний аналіз морфологічних особливостей молюсків роду <i>Limax</i>	115
Шпенков О.О., Тукаєв С.В., Зима І.Г., Крижановський С.А. Зміни електричної активності головного мозку під час прослуховування рок-музики із видозміненою частотною структурою	121
Sokolenko S.V. Influence of moderate physical loads caused by physical training on humoral component of specific immunity indices	129
Yukhymenko L.I., Lyzogub V.S., Khomenko S.M. The role of the main nervous processes in functioning of sensory brain systems	134
Відомості про авторів	140

CONTENT

Lizogub V.S., Derij S.I., Gavrilyuk M.N. Vital and creative way of Fedor Fedorovich Boyechko	3
Bichekueva F.H., Kravchenko Yu.V., Evtushenko A.L., Portnichenko V.I. The impact of long term hypoxia on higher nervous activity of high school pupils in the adaptation to the educational process	7
Boyechko F.F., Boyechko L.A. Some biochemical parameters specific criteria, tests and functional tests to identify vitaminodefitsytnyh states	14
Broshko Y. O., Kovtun M. F. Morphometric and biomechanical characteristics of the limb skeleton organization of some vertebrates with different locomotion type and limb orientation	23
Gavrilyuk MN, Grishchenko VM, Ilyuha AV, Yablonovska Grishchenko-ED, Borisenko M. Wintering waterfowl in the area of the Kremenchug reservoir during the winter seasons 2012/2013 and 2013/2014 years	32
Gorenko Z.A. Features of the qualitative composition of bile of dogs under the action of different doses of glycine	38
Gudakov O. Determinants of the <i>Convallaria majalis</i> populations condition in the pine forests of the Hetman's national park	45
Kozhemyako N. S., Kryzhanovskiy S. A., Cherninskyi A. O., Zyma I. G., Karaban I. N. Features of brain bioelectrical activity in Parkinson's disease	52
Konogray V.A. Typological Scheme of Geokomplexes the Territory of Kremenchug Reservoir Area	59
Kupa L.V., Filimonova N.B. Changes of activity of cerebrum of men at implementation of verbal subtests of logical selection and determination of general lines of test of Amthauer	64
Kutsenko T., Lozovska A. Interhemispheric differences of EEG delta-beta coupling of left-handers under performance of emotional Stroop test	70
Lysenko O.M., Mishenko V.S. Differences of terms of display of maximal aerobic possibilities of the sportsmen conditioned by an orientation processes of the protracted adaptation	78
Redka I.V. Specific features of brain electrical activity of children aged with obtained visual dysfunction at 8-12 years	86
Ryabceva Yu. S. Intraspecific shell variability in gastropods of genus <i>Viviparus</i> from Ukraine	93

Sobishchanskyi S.O., Chichkin V.S., Makarchyk M.U. The system for the registration of external respiration in humans	100
Spryahaylo O.V, Didenko S. J, Mykolenko L.V, Halyshko O.S. «Khodachky» natural boundary – a promising natural monument	106
Khaliman I.A., Anistratenko V.V. Bivalve molluscs of the family Cardiidae as a test-object for environmental monitoring in the North-West part of the Sea of Azov	110
Chernyshova T. M. Comparative analysis of Limax species morphological and anatomical features	115
Shpenkov O.O., Tukaiev S.V., Zyma I.G., Kryzhanovskiy S.A. EEG dynamics during the listening to the rock music with modified frequency structure	121
Sokolenko S.V. Influence of moderate physical loads caused by physical training on humoral component of specific immunity indices	129
Yukhymenko L.I., Lyzogub V.S., Khomenko S.M. The role of the main nervous processes in functioning of sensory brain systems	134
Information about authors	140