

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького

ISSN 2076-5835

ISSN(Online): 2518-1211

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1

**ВІСНИК  
ЧЕРКАСЬКОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ**  
Серія  
**БІОЛОГІЧНІ НАУКИ**

**BULLETIN  
OF THE CHERKASY BOHDAN KHMELNYTSKY  
NATIONAL UNIVERSITY  
BIOLOGICAL SCIENCES**

Науковий журнал  
Виходить 2 рази на рік  
Заснований у березні 1997 року

**№1. 2023**

Черкаси – 2023

**Засновник, редакція, видавець і виготовлювач –  
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького.  
Свідоцтво про державну перереєстрацію КВ № 21393-11193Р від 25.06.2015.**

Науковий збірник містить статті, в яких розглядаються актуальні проблеми сучасної біологічної науки. Авторами робіт є доктори, кандидати наук, аспіранти та студенти вищих навчальних закладів та наукових установ різних регіонів України.

Для широкого кола науковців, викладачів, аспірантів та студентів.

Наказом Міністерства освіти і науки України від 17.03.2020 №409 включено до Переліку наукових фахових видань України категорії "Б"

**Випуск №1 наукового журналу Вісник Черкаського університету, серія «Біологічні науки» рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол №7 від 22.06.2023).**

Журнал індексується в наукометричних базах даних, Google Scholar.

**Редакційна колегія серії:**

Лизогуб В.С., д.б.н., проф. (відповідальний редактор); Светлова О.Д., к.б.н., доц. (відповідальний секретар); Абуладзе А.В., к.б.н. (Грузія); Анна Радохонська, д.б.н., проф. (Польща); Бащенко М.І., академік НААН, д.с.-г.н., проф.; Гаврилюк М.Н., к.б.н., доц.; Давидова О.М., к.б.н., доц. (США); Зима І.Г., д.б.н., ст.н.сп., доц.; Ілюха Л.М., к.б.н., доц.; Коваленко С.О., д.б.н., проф.; Коробейнікова Л.Г., д.б.н., проф.; Лисенко О.М., д.б.н., проф.; Макарчук М.Ю., д.б.н., проф.; Освальд Руксенас, д.б.н., проф. (Литва); Спрягайло О.В., к.б.н., доц.; Хоменко С.М., к.б.н., доц.; Юхименко Л.І., д.б.н., доц.

За дотримання права інтелектуальної власності, достовірність матеріалів та обґрунтування висновків відповідають автори.

**Адреса редакційної колегії:**

18031, Черкаси, бульвар Шевченка, 81, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації.

Тел. +38(067) 972-46-57

<http://bio-ejournal.cdu.edu.ua/index>

[svetlova\\_2004@ukr.net](mailto:svetlova_2004@ukr.net)

---

Founder, editorial, publisher and manufacturer –  
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy  
State registration certificate: KV No. 21393-11193P-dated 25.06.2015

This journal is meant for teachers, researchers, postgraduates and students.

Journal is entered into the «List of scientific professional editions of Ukraine of category «B» in which results of dissertational researches in competition for scientific degrees of doctor of science and candidate of science (PhD) may be published by a Decree of MES of Ukraine dd 13.07.2015 No 747

Issue №1 of the scientific journal «Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky national university. Biological sciences» is recommended for publication and dissemination through the Internet by the Academic Council of Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy (protocol number 7 dated 22.06.2023).

The journal are indexed in an international scientific and metric databases Google Scholar.

#### **Editorial board:**

**Chiefeditor:** Doctor of Biological Sciences, Professor Volodymyr Serhiiovych Lyzohub.

**Executivesecretary:** PhD (Candidate of Biological Science), Assistant Professor Olena Dmitrivna Svetlova.

A.V. Abuladze, Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant Professor (Georgia); Anna Radokhonska, Doctor of Biological Sciences, Professor (Poland); M.I. Bashchenko, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences, Doctor of Agricultural Sciences; M.N. Havryliuk, Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant Professor; Davydova E. PhD, Assistant Professor (USA); Iliukha L.M., Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant Professor; Khomenko S.M. Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant Professor; Kovalenko S.O. Doctor of Biological Sciences, Professor; Korobeynikova L.G., Doctor of Biological Sciences, Professor; Lysenko O.M., Doctor of Biological Sciences, Professor; M.Yu. Makarchuk, Doctor of Biological Sciences, Professor; Oswald Ruksenas, Doctor of Biological Sciences, Professor (Lithuania); Spryagaylo O.V., Candidate of Biological Sciences (PhD), Assistant Professor; Yukhymenko L.I., Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor; Zyma I.G., Doctor of Biological Sciences, Senior ResearchFellow.

The authors are responsible for the observance of the intellectual property right, for the reliability of the materials and for the substantiation of the conclusions

Editorial office address:  
18031, Cherkasy, Shevchenko Blvd., 81  
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy  
Phone +38(067) 972-46-57  
<http://bio-ejournal.cdu.edu.ua/index>  
[svetlova\\_2004@ukr.net](mailto:svetlova_2004@ukr.net)

©Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, 2023  
©Copyright by the contributors

**Шановні читачі!**

З великим задоволенням представляємо вам перший номер журналу «Вісник Черкаського Університету», серія біологічні науки за 2023 рік.

Журнал був підготовлений у співпраці з командою науковців із Київського національного університету фізичної культури та спорту України професорами Філіпповим М.М. та Ільїним В.М. Їх робота присвячена дослідженню характеристики фізіологічного напруження організму в умовах симуляції функціональних станів гіпоксії навантаження, гіперкапнії і лактат-ацидозу у кваліфікованих спортсменів. У віснику розміщена стаття присвячена проблемі вікових особливостей формування статокінетичної стійкості у осіб з депривацією слухової функції, що підготовлена колективом авторів професорами Чистовською Ю.Ю., Палійчук О.В. та Юхименко Л.І. У підготовленому до видання цього номера вісника ви знайдете матеріал досліджень професорів Лисенко О.М., та Коваленка С.О., що спрямовані на вирішення проблеми впливу біозворотного зв'язку на анаеробну працездатність школярів 11-12 років. Вас може зацікавити матеріал, що розміщений у статті підготовленій колективом авторів на чолі з професором Безкопильним О.О. та професором Мінаєвим Б.П. Дослідження присвячене з'ясуванню вікових особливостей статокінетичної стійкості спортсменів та дітей, підлітків і юнаків, які не займаються спортом. Наукова команда очолювана доцентами Хоменком С.М. та Ілюхою Л.М. представила цікавий матеріал досліджень, що дозволяє встановити зв'язок функціонального стану енергетичного метаболізму волейболістів різного віку із ефективності ігрової діяльності спортсменів - волейболістів. Наукова стаття, що представлена командою Херсонського державного університету на чолі з доцентом Спринь О.Б. містить оригінальний матеріал по проблемі формування властивостей нейродинамічних та психофізіологічних функцій у учнів 15-16 років зі слуховою і зоровою сенсорною депривацією. У статті розглядається питання вивчення швидкості сенсомоторного реагування, індивідуально-типологічних властивостей ВНД, психофізіологічних функцій пам'яті та уваги в учнів зі слуховою і зоровою сенсорною депривацією. Завершується номер статтею Плужник А.В. та Джагана В. В., пов'язаною з видовим різноманіттям та поширенням ксилотрофних грибів. У статті вперше наведено узагальнені дані про видове різноманіття та поширення ксилотрофних грибів на території Національного природного парку «Холодний Яр», отримані на основі вивчення власних мікологічних зразків, а також опублікованих літературних джерел. На перших сторінках підготовленого до видання Вісника науковці знайдуть матеріал доцентів Рибалко А.В. та Завгородньої В.А. про видатного діяча фізіологічної науки, доктора біологічних наук, професора Коваленка С.О., на честь його багаторічної наукової та викладацької діяльності.

Ми сподіваємося, що ви знайдете в цьому випуску цікаві результати досліджень, що спонукатимуть до регулярного читання нашого журналу. Ми також хотіли б подякувати всім рецензентам за їхній цінний внесок у підготовку поточного номера журналу «Вісник Черкаського Університету», серія біологічні науки у 2023 році.

**Професор Лизогуб В.С.**  
Головний редактор Журналу  
«Вісник Черкаського Університету»,  
серія біологічні науки

УДК 613.6:621

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-5-10

**Рибалко Алевтина Володимирівна**

кандидат біологічних наук, доцент,  
завідувач кафедри фундаментальної медицини,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького  
alevtina.rybalko@ukr.net  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2378-9441>

**Кудій Людмила Іванівна**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького  
kudiy0702@ukr.net  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4736-4317>

**Завгородня Вікторія Анатоліївна**

кандидат біологічних наук, викладач,  
кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького  
victoria\_myronyuk@ukr.net  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6754-1501>

**СТАНІСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ КОВАЛЕНКО**

/ДО 60 – РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ/



*Статтю присвячено доктору біологічних наук, професору Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького Станіславу Олександровичу Коваленку з нагоди його 60-річного ювілею. Подано основні віхи життя та професійного шляху відомого вченого-фізіолога, педагога та організатора освіти. Акцентовано увагу на тому, що практично все свідоме життя ювіляра пов'язано з Черкаським національним університетом, де він пройшов шлях від студента до професора, завідувача кафедри. У 1978 р. Коваленко С.О. виконав норматив кандидата в майстри спорту з веслування на каное, а в 1982 р. йому було присвоєно звання майстра спорту СРСР. Сферою наукових інтересів професора С.О. Коваленка є фізіологія кровообігу, спортивна фізіологія, фізична реабілітація та масаж. Він є автором та співавтором 192 наукових публікацій (90 у фахових виданнях, 22 статі у БД Scopus та WoS). Окрім цього, має авторські свідоцтва на винахід СРСР, 7 патентів на винахід України, деклараційний патент України, 5 авторських свідоцтв на комп'ютерні програми. Під керівництвом С. Коваленка захищено 6 дисертаційних праць у галузі фізіології кровообігу. В статті висвітлюється багатогранність життєдіяльності ювіляра як взірця служіння рідній alma mater та Україні.*

**Ключові слова:** Станіслав Олександрович Коваленко, фізіологія, спортивна фізіологія, фізична реабілітація та масаж, факультет фізичного виховання, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького.

Станіслав Олександрович Коваленко народився 7 липня 1963 р. в м. Черкаси. Батько – Коваленко Олександр Кирилович 1929 р.н. – водій, мати – Коваленко Валентина Григорівна 1933 р. н., працювала вчителем початкових класів, а після переїзду до Черкас була працівником у сфері громадського харчування. Батьки народились у сім'ях українських та білоруських переселенців у Красноярському краї та Новосибірській області, зустрілись у Казахстані в 1950-ті роки. З 1976 року у зв'язку зі смертю батьків Станіславом опікувалась його бабуся Шишкун Марія Прокопівна (1912–1986 рр.).

Середню освіту здобував у Черкаській СШ №11 та СШ №12, останню закінчив у 1980 р.

Уже з юних літ Коваленко С.О. поріднився зі спортом: у 1975 р. почав відвідувати заняття секції з веслування на байдарках і каное. Його тренером-наставником став почесний майстер спорту, дворазовий чемпіон СРСР Павло Павлович Буркацький (1938–2010 рр.) [2]. Вчительство та дружба з цією людиною тривала 35 років, що сформувало певні особистісні якості, моральні устої, життєві принципи підлітка. У той час, як і нині, в Черкасах була добре розвинена школа веслування зі спортсменами різного віку та рівня спортивної майстерності, навчання у якій також суттєво вплинуло на молодого спортсмена, сприяло розширенню кола друзів та залучення до спортивної сім'ї.

У 1978 р. Коваленко С.О. виконав норматив кандидата в майстри спорту з веслування на каное, а в 1982 р. йому було присвоєно звання майстра спорту СРСР. На юнацькому рівні був призером першості СРСР (С-2 500 м), чемпіоном Молодіжних ігор України (С-1 5000 м). У змаганнях серед дорослих був чемпіоном та призером Кубку України (С-7 та С-2). У 1983 р. (Зугрес) та 1984 р. (Дубосари) ставав чемпіоном ЦС Труд (С-1 1000 м та 10000 м, С-2 500 м та 10000 м). У 1981–1987 рр. та у 1991 р. понад 40 разів підтверджував норматив майстра спорту СРСР [5].

В 1980 році вступив на факультет фізичного виховання Черкаського державного педагогічного інституту, де пройшов шлях від студента до провідного науковця, професора кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації. Після закінчення Черкаського державного педагогічного інституту у 1984 р. отримав направлення до Полтавського району та 3 місяці працював учителем фізичної культури у Щербанівській середній школі.

У листопаді 1984 р. С. Коваленко був призваний до лав Радянської армії. Спочатку службу проходив у Харківській області, а з січня 1985 р. – у спортивній роті міста Києва.

Після звільнення С. Коваленка в запас декан факультету фізичного виховання Черкаського державного педагогічного інституту В. Д. Фролов і завідувач кафедри анатомії та фізіології людини і тварин цього ж інституту І. М. Давиденко запропонували йому роботу на посаді старшого лаборанта кафедри спортивних дисциплін. Вже від травня 1986 р. під керівництвом куратора академічної групи Н. В. Антонєць, поряд з виконанням основних обов'язків, С. Коваленко проводив заняття з плавання у студентів.

Ще зі студентських років Коваленко С.О. цікавився науковими дослідженнями, що в подальшому й визначило його долю. З огляду на наукову перспективність молодого працівника за рекомендацією професора І.М. Давиденка в 1987 р. його було прийнято до цільової аспірантури з фізіології людини і тварин Черкаського педінституту. Після вступу до аспірантури спочатку був відряджений в Інститут еволюційної фізіології та біохімії (нині м. Санкт-Петербург) у лабораторію чл.-кор. АН СРСР А.І. Карамяна, де перебував з жовтня 1987 по лютий 1988 р. Вельми корисним було й спілкування з провідними фізіологами в цьому закладі, аспірантами АН СРСР, проходження курсів зі статистичного аналізу даних [3].

З квітня 1988 р. був відряджений у Київський державний університет імені Т.Г. Шевченка. Керівником дисертаційної роботи був призначений завідувач кафедри

фізіології людини і тварин, професор В.О. Цибенко. Наукові експерименти проходили на базі НДІ фізіології університету імені Т.Г. Шевченка в червоному корпусі по вул. Володимирській. Методичне керівництво і супровід фізіологічних експериментів на великих тваринах здійснював кандидат біологічних наук П.І. Янчук, з яким С. Коваленка на довгі роки зв'язала міцна чоловіча дружба та плідна наукова співпраця. Операції на тваринах та самі експерименти були, як правило, надзвичайно тривалими (з 8 до 23 години). Разом зі своїми керівниками В.О. Цибенком та П.І. Янчуком були підготовлені заявка на винахід (авторське свідоцтво отримано у 1992 р.) та низка статей у різних наукових виданнях, у тому числі в Фізіологічному журналі АН України (входить в БД Scopus) [4, 6]. У 1989 – 1990 рр. під контролем викладачів кафедри С. Коваленко проводив заняття з великого фізіологічного практикуму на біологічному факультеті КНУ імені Тараса Шевченка.

Після закінчення аспірантури та цільового працевлаштування на посаду асистента кафедри анатомії та фізіології людини і тварин Черкаського педагогічного університету С. Коваленко завершив оформлення дисертаційної праці. У 1991 р. пройшов попередній захист кандидатської дисертації на профільній кафедрі Київського університету імені Тараса Шевченка. Підсумковий захист дисертації на тему: «Вплив пептидних гормонів шлунково-кишкового тракту на кровообіг та окислювальний метаболізм печінки» відбувся 22 листопада 1993 р. у Київському університеті імені Тараса Шевченка [1].

Від 1995 до 1997 р. С. Коваленко працював на посаді заступника декана факультету фізичного виховання (декан – доц. О.П. Безкопильний). З 1997 по 1999 рр., на час виконання доц. В.С. Лизогубом докторської дисертаційної роботи, був завідувачем кафедри анатомії та фізіології людини і тварин. Повторно обраний на цю посаду в 2007 р., а вже наступного року перейшов на посаду доцента для завершення докторської дисертаційної роботи [4, 5, 7].

Для виконання докторського дисертаційного дослідження та досліджень аспірантів разом з інженером-програмістом О.Є. Кушнеренком створив установку та програму для оцифрування й первинної обробки кардіографічних сигналів та сигналу пневмограми «Bioscan», що дало можливість упродовж тривалого часу обчислювати характеристики послідовних скорочень серця. Разом з інженером В.О. Засядьвовком у 2002 р. розробив та запатентував пристрій для реєстрації параметрів зовнішнього дихання.

Найбільш продуктивною та тривалою була співпраця його з інженером-програмістом М.Е. Яковлевим. Упродовж 2003 – 2007 рр. була розроблена програма «Caspico», в якій було реалізовано алгоритми спектрального, крос-спектрального, часового аналізу різних кардіографічних показників, та в подальшому отримано три патенти України на винахід. Ця програма використовувалась при виконанні дисертаційних досліджень як в ЧНУ, так й інших закладах, а також при обстеженнях функціонального стану спортсменів.

У 2005 – 2008 рр. С. Коваленком була розроблена установка та програма «Lightmaker» для офтальмофотостимуляції з метою корекції функціонального стану серцево-судинної системи людини. У 2011 році – програма оцифровки діаграмних стрічок «Vector», котра використовується в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, програма оцінки характеристик пневмограми «LVV-meter».

На засіданні Вченої ради Д 26.001.38 Київського національного університету імені Тараса Шевченка 11 травня 2011 р. С. Коваленко успішно захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.13 (фізіологія людини і тварин) на тему «Регуляторні ритми гемодинаміки та їх індивідуальні особливості у людей» (науковий консультант – проф. М.В. Макаренко) [1].

У 2014 р. на засіданні атестаційної колегії Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України йому було присвоєно вчене звання професора кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації.

У 2015 р. С. Коваленко був обраний на посаду завідувача кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації, яку обіймав до 2021 р. [8].

Сферою наукових інтересів професора С.О. Коваленка є фізіологія кровообігу, спортивна фізіологія, фізична реабілітація та масаж [3, 6]. Він є автором та співавтором 192 наукових публікацій (90 у фахових виданнях, 22 статі у БД Scopus та WoS). Окрім цього, є автором свідоцтва на винахід СРСР, 7 патентів на винахід України, одного деклараційного патенту України, 5 авторських свідоцтв на комп'ютерні програми.

У 2013 р. у співпраці з С.Ю. Назаренком був підготовлений, запатентований та впроваджений у реабілітаційну практику «Спосіб реабілітації у водному середовищі». Разом з Д.Л. Нечипоренком розроблено, запатентовано та впроваджено у практику «Спосіб визначення та виховання анаеробної працездатності з використанням біологічного зворотного зв'язку» [5].

Професор С.О. Коваленко – член редакційної колегії українських фахових журналів категорії Б, зокрема: «Український журнал медицини, біології та спорту», «Спортивна наука та здоров'я людини», «Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки». В останньому з 2003 по 2016 р. був відповідальним секретарем.

Під керівництвом С. Коваленка захищено 6 дисертаційних праць у галузі фізіології кровообігу. Три учні С. Коваленка у даний час є завідувачами кафедр Черкаського національного університету, зокрема, О.В. Каленіченко – кафедри спортивних дисциплін, С.В. Гречуха – кафедри теорії та методики фізичного виховання, А.В. Рибалко – кафедри фундаментальної медицини. Він був опонентом 3 докторських та 6 кандидатських робіт (2 роботи громадян КНР) [1]. Є науковим керівником трьох аспірантів, що навчаються за спеціальністю 091 Біологія.

З 2017 р. – заступник голови Спеціалізованої вченої ради з біологічних наук К 73.053.06 при Черкаському національному університеті імені Б. Хмельницького, а від 2019 р. – голова цієї ради (тут вже захищено 14 дисертацій на науковий ступінь кандидата біологічних наук з різних регіонів України: Київ, Одеса, Луцьк, Дніпро, Полтава, Глухів, Черкаси). Секретарем Спеціалізованої вченої ради з біологічних наук К 73.053.06 весь час її роботи була доцент Кудій Людмила Іванівна, перша «наукова донька» професора С. Коваленка [7, 8].

Професор С.О. Коваленко з 2014 р. є головою журі з біології людини МАН Черкаської області, науковий керівник 2 призерів III етапу МАН України.

Професор С. Коваленко багато уваги приділяє навчально-методичній роботі. Є головою навчально-методичної комісії Навчально-наукового інституту фізичної культури, спорту і здоров'я, член вчених рад ННІ ФКСЗ та ЧНУ.

Він входить до навчально-методичної комісії 1 (підкомісії «Здоров'я людини» та «Спеціальна освіта») МОН України з 2017 року (брав участь у 3 акредитаційних експертизах). З 2019 р. є експертом Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти України (брав участь у 6 акредитаційних експертизах). Брав участь у роботі комісії з оцінювання результатів діяльності Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України (2020 р.).

С. Коваленко є секретарем підкомісії зі спеціальної освіти МОН України, а також співавтором затверджених МОН стандартів вищої освіти зі спеціальності 016 «Спеціальна освіта» освітнього рівня бакалавра та магістра.

З 2011 р. розробляв методичне забезпечення спеціальності «Здоров'я людини» (з 2016 р. – Спеціальна освіта). У 2017 р. ініціював та до 2022 р. опікувався освітньою програмою 091 Біологія (Спортивна фізіологія та реабілітація). До 2022 р. був гарантом



освітньої програми 016 Спеціальна освіта (Ортопедагогіка), за якою навчається 114 студентів денної форми. Додатково закінчив у 2019 р. магістратуру з названої спеціальності в Сумському державному педагогічному університеті.

Упродовж 1990 – 2023 рр. розробив та проводив різноманітні курси медико-біологічного спрямування на кафедрі анатомії та фізіології людини і тварин (з 2011 р. кафедра перейменована на кафедру анатомії, фізіології та фізичної реабілітації).

Професор С.О. Коваленко започаткував в 2011 році при Інституті післядипломної освіти ЧНУ курси масажу, де студенти університету та всі оочі можуть професійно оволодіти методиками проведення різних видів масажу та отримати сертифікат. За цей час підготовлено більше 400 фахівців-масажистів, які успішно працюють в сфері медичної та спортивної реабілітації. С. Коваленко є співзасновником ГО “Центр оздоровчих технологій”, членом ВГО “Української асоціації корекційних педагогів”.

За плідну науково-дослідницьку й освітню діяльність професор С.О. Коваленко нагороджений знаками «Відмінник освіти України» (1999), «За наукові та освітні досягнення» (2021), Почесною відзнакою ректора Черкаського національного університету (2015), Почесною грамотою Черкаської обласної державної адміністрації (2018), Грамотою Верховної Ради України (2021) та ін.

Любов до спорту та науки професор С. Коваленко передав своїй донці Марії, яка стала чемпіонкою України зі стрільби з лука серед кадетів в 2020 році. Вона була наймолодшою в своїй віковій категорії, другою в стартовому колі і виборола золото в особистій першості в гідній боротьбі з найсильнішими дівчатами України.

Свій ювілей відомий учений і освітянин зустрічає сповнений творчих сил. То ж нехай йому все вдається, що задумалося! Нових Вам відкриттів, неперевершених звершень задля добробуту українського народу, в ім'я процвітання України!

### Список використаної літератури

1. Анотований покажчик дисертацій, захищених в Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького (2004–2020): анот. бібліогр. покажч.: до 100-річчя Черкаського нац. ун-ту імені Б. Хмельницького / М-во освіти і науки України, Черкаський нац. ун-т імені Б. Хмельницького, Наукова б -ка імені Б. Хмельницького; уклад. Н. В. Демченко; наук. ред. Г. М. Голиш. – Черкаси: Гордієнко Є. І., 2021. – С. 304, 345, 346.
2. Буркацький Павло Петрович [згадка про С. О. Коваленка] // Спорт на Черкащині: енциклопед. довід. / упоряд. В. Б. Стравевич. – Черкаси, 2018. – С. 65.
3. Давиденко І.М. Історія та перспективи фізіологічних досліджень в інституті // Тез. доп. ювіл. наук.-практ. конф. "Місце Черкаського педагогічного інституту у розвитку вітчизняної науки, освіти й культури". Черкаси, 1991. С. 128 – 130.
4. Кафедра фізіології людини та тварин. Черкаський державний університет імені Б. Хмельницького. Історичний нарис. 1921 2001. К., 2001. С. 93 – 128.
5. Нечипоренко Л. А. Навчально-науковий інститут фізичної культури, спорту і здоров'я // Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. – Черкаси, 2016. – С. 138.
6. Організатори вивчення фізіології вищої нервової діяльності та психофізіології в Україні / М. В. Макаренко, І. Я. Коцан, В. С. Лизогуб, М. Ю. Макаруч // Всеукр. наук. конф. – Луцьк; Київ, 2018. – С. 14–15.
7. Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. Київ: Світ успіху, 2009. 207 с.
8. Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького: Столітня історія: колективна монографія / кер. автор. кол. і наук. ред. В. В. Масненко. Черкаси: Вид. Ю. Чабаненко. 2021. 342 с.

### References

1. Abstracts of dissertations stolen at the Cherkasy National University named after Bogdan Khmelnytsky (2004–2020): annot. bibliogr. show : up to 100-richchya Cherkasy nat. un-tu im. B. Khmelnytsky / Ministry of Education and Science of Ukraine, Cherkasy nat. un-t im. B. Khmelnytsky, Naukov b-ka im. B. Khmelnytsky; way of life N. V. Demchenko; Sciences. ed. G. M. Golish. - Cherkasy: Gordienko Y. I., 2021. - С. 304, 345, 346.

2. Burkatsky Pavlo Petrovich [mystery about S.O. Kovalenko] // Sport in Cherkasy: Encyclopedia. dovid. / order. V. B. Strashevich. - Cherkasy, 2018. - P. 65.
3. Davydenko, I.M. (1991). History and prospects of physiological research at the institute. Thesis. ext. anniversary. scientific-practical conf. "The place of Cherkasy Pedagogical Institute in the development of national science, education and culture". Cherkasy. P. 128 - 130.
4. Department of Human and Animal Physiology. Cherkasy State University named after B. Khmelnytsky. Historical essay. 1921 2001. K. P. 93 - 128.
5. Nechiporenko L. A. (2016). Scientific Institute of Physical Culture, Sports and Health // Cherkasy National University named after Bogdan Khmelnytsky. – Cherkasy. - P. 138.
6. Organizers of the Physiology and Nervous Activity and Psychophysiology in Ukraine / M. V. Makarenko, I. Ya. Kotsan, V. S. Lyzogub, M. Yu. Makarchuk // Vseukr. Sciences. conf. - Lutsk; Kiev, 2018. - C. 14–15.
7. The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy. Kyiv: Svit Uspichu. 2009. 207. (in Ukr.)
8. The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy: century-old history. Collective Monograph / Ed. V. V. Masnenko. Cherkasy: Pub. Yu. Chabanenko. 2021. 342. (in Ukr.)

**Rybalko A.V., Kudii L.I., Zavorodnia V.A. Stanislaw Oleksandrovych Kovalenko of the 60-Years from Birthday.** *The article is dedicated to the doctor of biological sciences, professor of Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University Stanislaw Kovalenko on the occasion of his 60th anniversary. The main milestones of the life and professional path of the famous scientist-physiologist, teacher and organizer of education are presented.*

*Stanislaw Oleksandrovych Kovalenko was born on the 7th of Juli 1963 in Cherkasy, Ukraine. In 1978 Kovalenko fulfilled the standard of a candidate for master of sports in canoeing, and in 1982 he was awarded the title of master of sports of the USSR. Attention is focused on the fact that almost the entire conscious life of the jubilee is bound up with the Cherkasy National University, where he started as a student and become a professor and head of the department.*

*The scientific interests of Prof. Kovalenko are the physiology of blood circulation, sports physiology, physical rehabilitation and massage. He is the author and co-author of 192 scientific publications (90 in professional publishers, 22 in Scopus and WoS databases). In addition, he has copyright certificates for inventions of the USSR, 7 patents for inventions of Ukraine, a declaratory patent of Ukraine, and 5 copyright certificates for computer programs. Under the supervision of S. Kovalenko, 6 dissertations in the topic of physiology of blood circulation were uphold.*

*Professor S. Kovalenko is the head of the educational and methodological commission of the Educational and Scientific Institute of Physical Culture, Sports and Health, a member of the academic councils of the institute and the university. Since 2019, he has been an expert of the National Agency for Quality Assurance of Higher Education of Ukraine. He participated in the work of the commission for evaluating the results of the activities of the International Center for Astronomical and Medico-Ecological Research of the International Center for Astronomical and Medico-Ecological Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (2020).*

*Professor S. Kovalenko is the secretary of the special education subcommittee of the Ministry of Education of Ukraine of the Ministry of Education and Culture of Ukraine, as well as a co-author of the approved Ministry of Education standards of higher education in specialty 016 "Special Education" at the bachelor's and master's level.*

*The article highlights the multifaceted life of the jubilee as a model of service to his native alma mater and Ukraine.*

**Key words:** *Stanislaw Oleksandrovych Kovalenko, physiology, sports physiology, physical rehabilitation and massage, Faculty of Physical Education, Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytsky.*

Одержано редакцією: 15.05.2023

Прийнято до публікації: 30.05.2023

UDC 612.7

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-11-18

**Stanislav Kovalenko,**Department of anatomy, physiology & physical rehabilitation, professor,  
Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University,  
kovstas@ukr.net,ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4631-0464>**Denis Nechyporenko,**Department of sporting disciplines, asistent,  
Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University,  
dentandf@gmail.com,ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8458-1962>**Olena Lysenko,**Department of physical rehabilitation and biokinesiology, professor,  
Kiev Boris Grinchenko University,  
markizalus14@gmail.com,ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1239-2596>**THE INFLUENCE OF BIOFEEDBACK ON ANAEROBIC WORKING CAPACITY  
IN JUMP TEST IN THE SCHOOLCHILDREN AGED 11-12**

*The study objective was to determine the influence of biological feedback on anaerobic working capacity in the schoolchildren aged 11-12.*

*We determined the power of mechanical work of the whole test, the power of the mechanical work during support repulsion phase, jump frequency, the correlation of support and unsupported phases during the performance of the modified 20-second jump test with and without biological (visual and audible) feedback (BFB) in 30 boys and 30 girls aged 11-12.*

*The height of each jump was calculated by the formula:  $h=tf*g*8-1$ , where  $tf$  – flight phase in seconds,  $g$  – acceleration of gravity ( $9.806665 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Based on this indicator, body weight, the duration of support phase and jump cycle, we calculated the power of mechanical work of the whole body ( $P$ ), the power of mechanical work during repulsion support phase ( $Pr$ ), jump frequency ( $Fr$ ), the correlation of support and unsupported phases ( $R$ ). To assess the dynamics of the studied indicators during the test, we counted their changes at five-second intervals from 5 to 10, from 10 to 15 and from 15 to 20 seconds with respect to the segment from the start of the test up to its fifth second.*

*The girls aged 11-12 had higher level of working capacity than boys in the modified 20-second jump test. The application of biological feedback led to the improvement of results in 20-second anaerobic jump test in the boys and had not any influence on the indicators in the girls aged 11-12. The application of biological feedback increased the results in 20-second anaerobic jump test and improved the dynamics of working capacity during its performance in the children aged 11-12 with psychological focus on achieving success. Such influence was low in the schoolchildren with psychological focus on avoiding failure.*

*The application of biological feedback allows improving the process of training anaerobic opportunities of the schoolchildren aged 11-12 considering their gender and individual psychological features.*

**Keywords:** *biofeedback, physical working capacity, schoolchildren.*

**Introduction**

Biological feedback is to provide information about the state or change of own functional state, which allows to learn self-regulation of the studied and controlled function of

the body. This approach will have wide possibilities in the practice of physical education and sport [15], rehabilitation [17].

Biological feedback in sport training, fitness and rehabilitation is based on various characteristics: heart rate variability [14, 21], electromyogram [4, 16], tensometric data [24], biomechanical parameters [18, 23], in the studied form of analysis of both visual and verbal information [6, 10, 19].

The application of BFB with visual and verbal analysis was found to reduce the force of landing when jumping [19]. The visual and auditory biological feedback in young men had a significant influence on the indicators of working capacity and its dynamics while performing anaerobic jump test [15].

The aspects of BFB influence on psycho-physiological state of healthy and sick schoolchildren are [5, 8]. However, the problem of using biological feedback to determine the level of physical working capacity and its training, particularly, in schoolchildren, is insufficiently studied.

*The study purpose was to determine the influence of biological feedback on anaerobic working capacity in the schoolchildren aged 11-12. To achieve the goal, we have to solve the following tasks: 1) to determine the levels of anaerobic working capacity in jump test in the boys and girls aged 11-12; 2) to study the changes in the results of jump anaerobic test with visual and auditory biological feedback in the boys and girls aged 11-12; 3) to compare the influence of BFB on the results of anaerobic jump test in the schoolchildren with various psychological focus on results.*

### **Materials and methods**

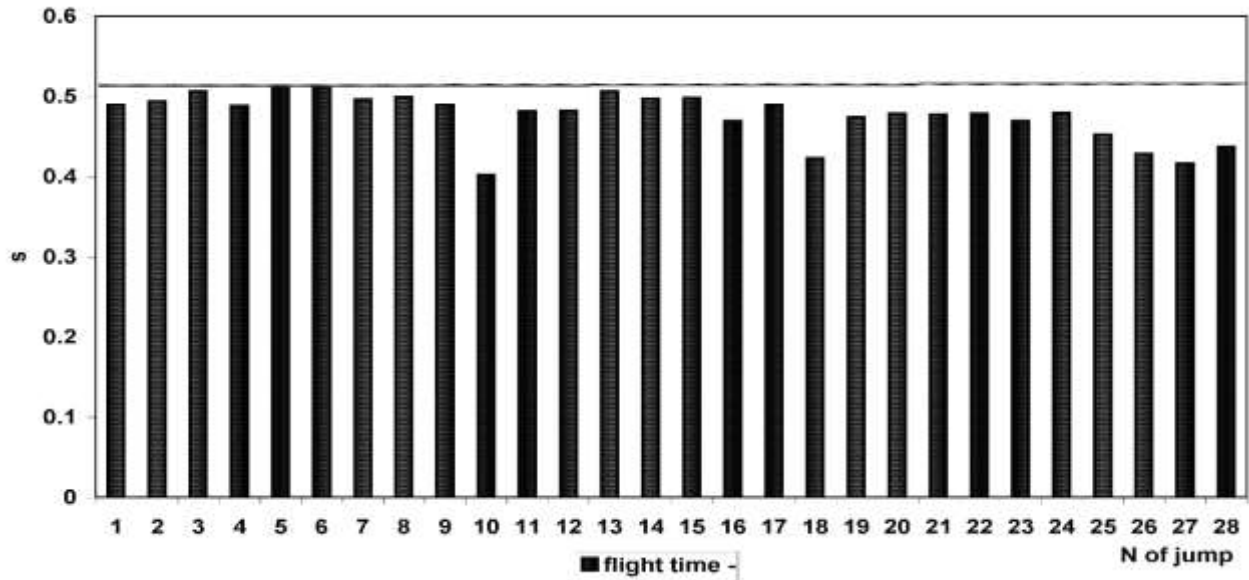
The measurements were conducted on 60 healthy schoolchildren aged 11-12 (30 boys and 30 girls) of central Ukraine in compliance with the fundamental bioethical principles of European Council Convention on Human Rights and Biomedicine, World Medicine Association Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research involving Human Subjects. Testing was conducted on Tuesday and Wednesday, the days of the highest level of working capacity [20].

The modified 20-second jump test was conducted using the method of Bosco et al. [3]. In 30-40 minutes, the test was performed again using biological feedback with the visual control of flight time dynamics and the support of monitor screen and with the auditory control of the time of jump flight phase (the frequency of sound signal was 400 Hz). We measured schoolchildren's weight and determined their focus on success or avoiding failure.

Jump anaerobic test was performed on the contact platform of two plates with the size of 50x50 cm, connected to a computer through a parallel port. The duration of support phases (SP) and flight phases (FP) while vertical jumping from the platform was analyzed using computer program up to 1 ms in mode MS DOS. Figure 1 shows an operating window of the program with the histogram changes of the duration of the flight phase for 20 seconds of the test. The ordinate axis shows the time of FP, and the abscissa axis shows the number of a jump from the beginning of registration. According to the highest histogram point in real time, the reaching horizontal line is built, concerning which the testee in BFB regime can visually evaluate the changes of working capacity and correct its level. The line level increases when reaching the largest time of FP, and remains in the same position when reaching the least time. The test with BFB was performed using FP dynamics. The duration of the flight phase was assessed by the testee visually according to its current reached level on the histogram and according to the duration of sound signal (by 400 Hz frequency in our measurement), which sounds in the absence of contact between the plates of jumping platform during the period of feet separation before landing.

The height of each jump was calculated by the formula [3]:  $h = t_f * g * 8^{-1}$ , where  $t_f$  – flight phase in seconds,  $g$  – acceleration of gravity ( $9.806665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ). Based on this indicator, body

weight, the duration of support phase and jump cycle, we calculated the power of mechanical work of the whole body (P), the power of mechanical work during repulsion support phase (Pr), jump frequency (Fr), the correlation of support and unsupported phases (R). To assess the dynamics of the studied indicators during the test, we counted their changes at five-second intervals from 5 to 10, from 10 to 15 and from 15 to 20 seconds with respect to the segment from the start of the test up to its fifth second.



**Figure 1.** Operating window of the program during jump test

To determine the dominant aspiration of achieving success motive (to achieve success or to avoid failure), we used the method of “success motivation and avoiding failure” developed by A. Rean [12]. This method was composed of 20 statements (e.g. “starting work, I hope to succeed”, “solving responsible tasks, I try, if possible, to find a reason to abandon them”, etc.), with which a testee either agreed or disagreed. The results were processed using special answer key; the maximum possible number of the gained points was 20. Thus, if a testee gets the sum from 1 to 7 points, it means the dominance of the aspiration to avoid failure; if from 14 to 20 – the aspiration to achieve success. If the sum of points is in the range between 8 and 13 points, it indicates that the motivation pole is not clearly expressed. However, if an adolescent gets the point sum ranging from 8 to 10, it shows that his achievement motive focuses more on his aspiration to avoid failure, if the point sum is from 11 to 13 – to achieve success.

Statistical calculations were performed in Excel-2003 spreadsheets and Statistica-5 program. Due to the normality of data distribution, we determined the average values of the indicators and their error. The reliability of differences was assessed according to Student’s t-criterion for pair and group comparison [9].

### Results

Table 1 shows the indicators of anaerobic working capacity in children aged 11-12 when performing 20-second anaerobic test. It was found that there were significant individual differences in the level of these indicators in the examined group. So, maximum values of Fr, H and P prevailed minimum values by 1.8-2 times, and for P and R, the correlation was 4.2.

**Table 1.**

Indicators of working capacity in jump anaerobic test in children aged 11-12 with and without biological feedback (n=60)

Indicators	Before				With Biofeedback		P
	X	SD	Max	Min	X	SD	
Fr, c·s <sup>-1</sup>	1,71	0,03	2,13	1,05	1,68	0,03	0,614
H, m	0,47	0,01	0,59	0,33	0,49	0,01	0,002
P, Wt·kg <sup>-1</sup>	7,89	0,11	8,95	4,84	8,05	0,11	0,036
Pr, Wt·kg <sup>-1</sup>	46,31	1,45	66,99	16,01	48,76	1,52	0,021
R, n.u.	1,89	0,06	2,73	0,65	1,99	0,06	0,021

The reliability of differences was determined by the method of pair comparison

When performing the test with biological feedback, the children improved the levels of almost all indicators except Fr. However, the value of this improvement was within 2.17%-5.57% for different indicators. In this case, we observed significant individual features of changes of anaerobic working capacity. The changes of Pr were the most variable; maximum changes were +35.67 Wt·kg<sup>-1</sup>, and minimum – -14.72 Wt·kg<sup>-1</sup>. In this case, the coefficient of reactive variation on BFB was 319.05%, and for P – 360.87%. Thus, along with the positive influence of BFB in general in the group, there were significant individual features of its influence on anaerobic working capacity of the children aged 11-12.

Consequently, the levels of most indicators of working capacity determined in anaerobic jump test in girls were higher than in boys (Table 2).

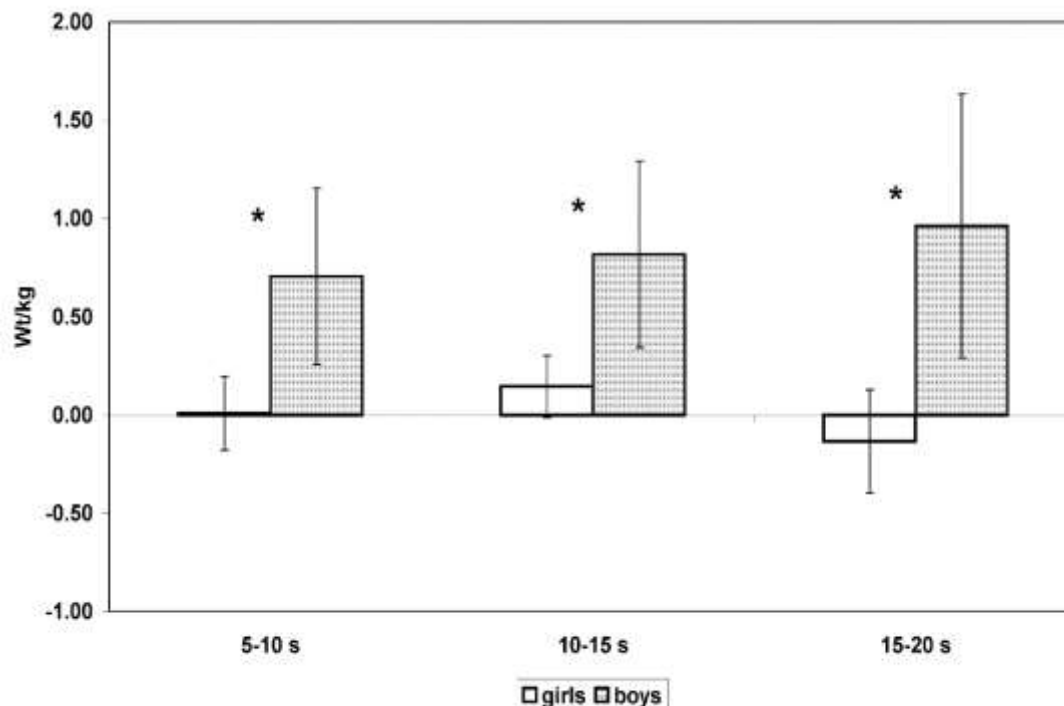
When performing the test with biological feedback, these differences are leveled. It is explained by different reactivity of these indicators in boys and girls on the application of BFB. Thus, if compared with the girls, the boys had their positive changes which were expressed to a larger extent for the indicators of mechanical work power. Therefore, the application of BFB had a positive influence on the level of working capacity shown in the anaerobic jump test only in the boys aged 11-12.

**Table 2.**

Indicators of working capacity of boys and girls when performing anaerobic jump test with and without BFB

Indicators	Girls		Boys		P
	X	SD	X	SD	
Without Biofeedback					
Fr, c·s <sup>-1</sup>	1,78	0,03	1,64	0,04	<0,01
H, m	0,47	0,01	0,46	0,01	>0,05
P, Wt·kg <sup>-1</sup>	8,24	0,10	7,54	0,17	<0,001
Pr, Wt·kg <sup>-1</sup>	51,32	1,56	41,30	2,08	<0,001
With Biofeedback					
Fr, c·s <sup>-1</sup>	1,71	0,04	1,66	0,05	>0,05
H, m	0,48	0,02	0,49	0,01	>0,05
P, Wt·kg <sup>-1</sup>	8,14	0,15	7,97	0,16	>0,05
Pr, Wt·kg <sup>-1</sup>	50,31	2,26	47,27	2,04	>0,05

We analyzed the dynamics of anaerobic working capacity indicators with the application of BFB separately in the girls and boys for 5-second intervals when performing the test. Thus, for girls, there were no reliable changes compared to the first 5-second interval (as an example, Figure for P). At the same time, the reactions for BFB were statistically larger in boys than in girls. The variability of these reactions was high (Figure 2).



**Figure. 2.** Dynamics of changes in general mechanical power when performing anaerobic jump test with regard to the level of the first 5-second interval with the application of biological feedback. \* –  $p < 0.05$  between the values of the boys and girls

Thus, biological feedback has a greater influence on the level of anaerobic working capacity in the boys aged 11-12 and can be applied for the improvement of training this feature in them. We have found the peculiarities of biological feedback influence in the groups of children with different focus on avoiding failure (group I,  $n=14$ ) or achieving success (group II,  $n=46$ ). The changes of  $P$  with BFB in the children of group I were  $0.05 \pm 0.10 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$ , and for group II –  $0.26 \pm 0.10 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$  ( $p < 0.05$ ). Such differences for  $P_r$  between the groups were more expressed ( $0.28 \pm 1.37 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$  and  $3.82 \pm 1.39 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$ , respectively,  $p < 0.05$ ).

The analysis of dynamics of mechanical work power with and without BFB in the groups with different focus on achieving results also shows the positive influence of BFB on the children of group II.

### Discussion

The levels of anaerobic working capacity reached in 20-second jump test in the children aged 11-12 were lower than in adults. Thus, in the research of Bosco et al. [3], general mechanical power of work during 60-second jump test was  $20 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$  of body weight, and in our research, it was in average  $7.89 \text{ Wt} \cdot \text{kg}^{-1}$  during shorter interval of physical work. Descriptive survey of data from both invasive and noninvasive studies from 1970 till 2015 conducted by Armstrong et al. [1] shows that the level of aerobic metabolism development in children predominates over anaerobic. Engel et al. [7] conducted a series of successive Wingate Anaerobic Tests on 23 boys aged 11.5 and 25 men aged 29.7. It was found that the reached maximum level of lactate in the blood was lower in the boys than in the men чоловіків

( $12.6 \pm 3.5 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  and  $16.3 \pm 3.1 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , respectively;  $p < 0.01$ ). Based on the analysis of hormonal metabolic and cardio-respiratory indicators, authors conclude that the exercises of anaerobic focus require significant activation of hormonal system in the children of such age.

The marked differences in the levels of anaerobic working capacity in boys and girls in our research can be explained by the different rates of maturation noted by some authors [2]. Thus, Ivashchenko et al. [13] showed that there was the significant increase of results in jumps with “additions” in the girls aged 9-10. At the same time, according to our research, the weight of girls and boys did not differ and was  $44.90 \pm 1.54 \text{ kg}$  та  $44.48 \pm 1.53 \text{ kg}$  in average respectively. According to Szakály et al. [22], the weight and height of 46 boys and 63 girls aged 10-12 did not differ either.

The features of biofeedback application in the children with different motives of achieving success or avoiding failure showed that the influence was efficient to the greatest extent in the group focused on achieving success. According to the research of Heckhausen [11], the feedback of adolescent’s performance results in activities plays an important role in the process of forming achievement motive. Conducting a series of studies, the author points out that the lack of feedback on success or failure in the activity of schoolchildren focused on achieving success causes less fear than in those focused on avoiding failure. Besides, without feedback, the adolescents focused on achieving success achieve success quicker while solving difficult problems than the pupils focused on avoiding failure. However, the work productivity of adolescents focused on avoiding failure, increase with a large amount of feedback on current results of activity with stimulation and even forcing achievement. In Heckhausen’s [11] opinion, it is associated with the fact that stimulation and feedback in activity process focused on achieving success distract the adolescent focused on avoiding failure from thinking about the situation of achievement and promote successful performance. However, the application of feedback to the adolescents whose achievement motive focused on success, will have negative consequences since feedback and stimulation of the pupils will reduce their confidence to be reflected in the final results.

However, these studies were conducted on adolescents when solving intellectual (mathematical, logic, etc.) tasks but not physical training. We should note that Heckhausen [11]. Conducted his research on adolescents while solving logic tasks and feedback was carried out by the teacher through praise that was external stimulus. In our study, the feedback was held through registering and displaying current results on the monitor; it acted as a stimulus in this case. According to the study of Ilin [12], stimuli have negative influence on pupils focused on avoiding failure since they tried to avoid stressful situations. The results of the study allow to improve the process of training anaerobic opportunities of schoolchildren applying biological feedback.

### Conclusions

The girls aged 11-12 had higher level of working capacity in the modified 20-second jump test than boys.

The application of biological feedback led to the improvement of results in 20-second anaerobic jump test in boys and had no influence on its indicators in the girls aged 11-12.

The application of biological feedback increased the results in 20-second anaerobic jump test and improved the dynamics of working capacity during its performance in the schoolchildren aged 11-12 with psychological focus on achieving success. This influence was insignificant in the children with psychological focus on avoiding failure.

### References

1. Armstrong, N., Barker, A.R., McManus, A.M. (2015). Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 860-864. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094491>



2. Benítez-Porres, J., Alvero-Cruz, J.R., Carrillo de Albornoz, M., Correas-Gómez, L., Barrera-Expósito, J., Dorado-Guzmán, M., Carnero, E.A. (2016). The Influence of 2-Year Changes in Physical Activity, Maturation, and Nutrition on Adiposity in Adolescent Youth. *PLOS ONE*, 11(9), e0162395. <https://doi:10.1371/journal.pone.0162395>
3. Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282. <https://doi:10.1007/bf00422166>
4. Cheung, E., Yu, K., Kwan, R., Ng, C., Chau, R., & Cheing, G. (2019). Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries - a randomized controlled trial. *BMC neurology*, 19(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1361-z>
5. Crevenna, R., Krammer, C., Keilani, M. (2015). Feasibility and acceptance of biofeedback-assisted mental training in an Austrian elementary school: a pilot study. *Wiener Medizinische Wochenschrift.*, 166(5-6), 179-181. <https://doi:10.1007/s10354-015-0397-y>
6. Crowell, H.P., Milner, C.E., Hamill, J., Davis, I.S. (2010). Reducing Impact Loading During Running With the Use of Real-Time Visual Feedback. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(4), 206-213. <https://doi:10.2519/jospt.2010.3166>
7. Engel, F., Härtel, S., Strahler, J., Wagner, M.O., Bös, K., Sperlich, B.. (2014). Hormonal, Metabolic, and Cardiorespiratory Responses of Young and Adult Athletes to a Single Session of High-Intensity Cycle Exercise. *Pediatric Exercise Science*, 26(4), 485-494. <https://doi:10.1123/pes.2013-0152>
8. Friedrich, E.V., Sivanathan, A., Lim, T., Suttie, N., Louchart, S., Pillen, S., Pineda, J.A. (2015). An Effective Neurofeedback Intervention to Improve Social Interactions in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(12), 4084-4100. <https://doi:10.1007/s10803-015-2523-5>
9. Glantz S.A. *Primer of biostatistics* (seven editionsth ed.). McGraw hill. 2012. 320 p.
10. Hasegawa, N., Takeda, K., Mancini, M., King, L. A., Horak, F. B., & Asaka, T. (2020). Differential effects of visual versus auditory biofeedback training for voluntary postural sway. *PloS one*, 15(12), e0244583. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244583>
11. Heckhausen, H. (2003). *Motivation and action*. SPb: Smyisl. 2003. 860 p.
12. Ilin, E.N. (2000). *Motivation and motives*. SPb: Piter. 2000. 512 p.
13. Ivashchenko, O.V., Yermakova, T.S., Cieslicka, M., Muszkieta, R. (2015) Discriminant analysis as method of pedagogic control of 9-11 forms girls' functional and motor fitness. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(1), 576–581. <https://doi:10.7752/jpes.2015.03086>
14. Jiménez Morgan, S., & Molina Mora, J. A. (2017). Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 42(3), 235–245. <https://doi.org/10.1007/s10484-017-9364-2>
15. Kovalenko, S., Nechyporenko, D. (2014). Application of biological feedback for estimation of anaerobic performance in jumping test. *Physical Education of Students*. 2014; 18(5): 20-24. <https://doi:10.15561/20755279.2014.0504>
16. Lepley, A.S., Gribble, P.A., Pietrosimone, B.G. (2012). Effects of Electromyographic Biofeedback on Quadriceps Strength: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 873-882. <https://doi:10.1519/jsc.0b013e318225ff75>
17. MacIntosh, A., Desailly, E., Vignais, N., Vigneron, V., & Biddiss, E. (2020). A biofeedback-enhanced therapeutic exercise video game intervention for young people with cerebral palsy: A randomized single-case experimental design feasibility study. *PloS one*, 15(6), e0234767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234767>
18. Mullineaux, D.R., Underwood, S.M., Shapiro, R., Hall, J.W. (2012). Real-time biomechanical biofeedback effects on top-level rifle shooters. *Applied Ergonomics*, 43(1), 109-114. <https://doi:10.1016/j.apergo.2011.04.003>
19. Onate, J.A., Guskiewicz, K.M., Sullivan, R.J. (2001). Augmented Feedback Reduces Jump Landing Forces. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(9), 511-517. <https://doi:10.2519/jospt.2001.31.9.511>
20. Podrigalo, L., Iermakov, S., Rovnaya, O., Zukow, W., Nosko, M. (2016). Peculiar features between the studied indicators of the dynamic and interconnections of mental workability of students. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(04), 1211–1218. <https://doi:10.7752/jpes.2016.04193>
21. Prinsloo, G.E., Rauch, H.L., Derman, W.E. (2014). A Brief Review and Clinical Application of Heart Rate Variability Biofeedback in Sports, Exercise, and Rehabilitation Medicine. *The Physician and Sportsmedicine*, 42(2), 88-99. <https://doi:10.3810/psm.2014.05.2061>
22. Szakály, Z., Bognár, J., Barthalos, I., Ács, P., Ihász, F., Fügedi, B. (2016). Specific heart rate values of 10-12-year-old physical education students during physical activity. *Journal of Physical Education and Sport*, 03, 800–805. <https://doi:10.7752/jpes.2016.03127>

23. Tate, J.J., Milner, C.E. (2010). Real-Time Kinematic, Temporospacial, and Kinetic Biofeedback During Gait Retraining in Patients: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 90(8), 1123-1134. <https://doi:10.2522/ptj.20080281>
24. Tirosh, O., Cambell, A., Begg, R.K., Sparrow, W.A. (2012). Biofeedback Training Effects on Minimum Toe Clearance Variability During Treadmill Walking. *Annals of Biomedical Engineering*, 41(8), 1661-1669. <https://doi:10.1007/s10439-012-0673-6>

Одержано редакцією: 25.04.2023

Прийнято до публікації: 09.05.2023

УДК 621.821

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-19-26

**Артеменко Богдан Олександрович**

кандидат біологічних наук, старший викладач,  
кафедра спортивних ігор,

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
bogdan198803@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9188-9375>

**Хоменко Сергій Миколайович**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
skhomenko@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0918-8735>

**Кожемяко Тетяна Володимирівна**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
kozhemako@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4752-4197>

**Ілюха Лідія Михайлівна**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
ilyuhalidiya@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9650-805X>

## **ЗВ'ЯЗОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ВОЛЕЙБОЛІСТІВ РІЗНОГО ВІКУ З ЕФЕКТИВНІСТЮ ІГРОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Вступ і мета дослідження.** Сучасний спорт, в міру особливостей удосконалення різних його компонентів, потребує перегляду та змін в організації навчально-тренувального процесу на різних етапах багаторічної підготовки спортсменів. Одним із напрямків таких змін може бути удосконалення функціональних можливостей атлетів, які забезпечують пристосування до фізичних навантажень та формують рухову діяльність в певному виді спорту. Саме тому, **метою** дослідження було виявити зв'язок функціонального стану енергетичного метаболізму волейболістів різного віку із оцінкою ефективності ігрової діяльності.

**Матеріали та методи:** В дослідженні взяли участь 90 волейболістів 14 років і старше. Під час дослідження були використані: аналіз спеціальної наукової літератури, дослідження енергетичного метаболізму спортсменів за допомогою – пристрою „D&K-TEST”, аналіз та визначення оцінки ефективності ігрової діяльності, методи математичної статистики.

**Результати дослідження:** За результатами аналізу отриманих даних, щодо діяльності функціональних систем волейболістів різного віку, які відображали біоенергетичний потенціал та кореляції з оцінкою успішності їх ігрової діяльності було виявлено найбільш важливі шляхи енергетичного забезпечення рухової активності гравців. Встановлено, що енергозабезпечення ігрової діяльності волейболістів різного віку базується на: лактатних, анаеробних та змішаних аеробно-анаеробних фізіологічних механізмах.

**Висновки:** Отримані особливості можуть бути використані при організації навчально-тренувального процесу на різних етапах спортивного удосконалення, з метою оптимізації процесу підготовки спортсменів різного віку.

**Ключові слова:** волейбол, біоенергетичний потенціал, „D&K-TEST”, ефективність ігрової діяльності.

### **Постановка проблеми**

Волейбол, як вид спортивних ігор в умовах сучасних змін правил гри, підвищення темпу ведення гри та атлетичності гравців висуває все більші вимоги до анатомо-фізіологічних систем організму спортсмена, які відповідають за прояви рухової активності. Дані особливості, в свою чергу суттєво впливають на морфологічні системи спортсмена в процесі тривалих занять волейболом [1]. Це свідчить про необхідність дослідження рухової активності гравців в умовах ігрових та змагальних ситуацій з урахуванням діяльності психофізіологічних та морфо-функціональних систем управління свідомими рухами [2, 3]. Проте, важливим і мало дослідженим чинником забезпечення діяльності таких систем організму спортсмена є його функціональний стан [4].

Передбачалося, що ефективність виконання окремих тактико-технічних прийомів гри і загальна оцінка успішності ігрової діяльності волейболістів різного віку суттєво залежать від біоенергетичного потенціалу організму спортсмена.

### **Аналіз останніх публікацій**

Сучасні наукові дослідження спортивної діяльності базуються на виявленні індивідуальних особливостей спортсмена, які впливають на його свідому рухову діяльність та відповідають профілю ігровим чи змагальним характеристикам. Серед ряду таких особливостей науковці виділяють психофізіологічний та нейродинамічний компоненти [5, 6, 7], морфо-функціональні характеристики [8, 9], роботу внутрішніх органів та фізіологічних систем [10], рівень фізичної підготовленості [11], а також ефективність енергетичного забезпечення, аеробної та анаеробної працездатності, можливостей організму до відновлення, тощо [12]. Проте, виявлення окремо вище перерахованих характеристик та особливостей діяльності організму спортсмена є мало ефективним з позиції теорії і методики спорту. Оскільки даний процес проходить не системно у зв'язку із певними відмінностями у методах та методиках діагностики досліджуваних характеристик і відокремленості від специфічних умов змагальної діяльності для різних видів спорту.

В той же час, відомо, що на процес онтогенетичного розвитку організму накладають відбиток систематичні заняття фізичною культурою і спортом. Це, в свою чергу, проявляється в особливостях аеробного та анаеробного забезпечення рухової активності спортсменів різного віку [13]. Зокрема, відмічається те, що важливим є дослідження особливостей формування аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення ігрової та змагальної діяльності спортсменів в різні вікові періоди.

**Мета дослідження** – виявити зв'язок функціонального стану волейболістів різного віку з оцінкою ефективності ігрової діяльності.

### **Матеріали і методи дослідження**

Дослідження проводили у відповідності до Хельсенської декларації (прийнятої у 1964 р. у Хельсінкі, Фінляндія і переглянутої у жовтні 2000 р. у Единбурзі, Шотландія) і схвалені Етичним комітетом університету.

Визначення основних показників, які відображають морфо-функціональний стан відбувалося за допомогою стандартних загальноприйнятих інструментів та методів, що відповідали кожному виду тестування. Вимірювання довжини тіла проводили у положенні стоячи за допомогою вертикального ростоміра. Обстежуваний ставав на дерев'яну площину ростоміра спиною до вертикальної планки, торкаючись її п'ятами, сідницями та ділянкою між лопаткою за умови відведених назад плечей. Руки повинні бути опущені вздовж тулуба, живіт - підтягнутий, п'яти - разом, носки – порізно, головою не притулятися. Рухом планка прикладається до голови без натиску, але щільно. Результат фіксується у сантиметрах (точність 0,1 см). Медичні ваги використовувалися для вимірювання маси тіла (точність 50 грам). Сантиметрова стрічка – для вимірювання

охватних та повздожніх розмірів частин тіла (точність 0,1 см). Вимірювання околу грудної клітки проводять сантиметровою стрічкою у стані спокою. Сантиметрова стрічка спереду повинна проходити по середньогрудинній точці, ззаду - під нижніми краями лопаток. Вимірювання проводиться у положенні стоячи, руки опущені вздовж тулуба. Довжина верхньої кінцівки дорівнює відстані від надплечового відростка лопатки до кінця дистальної фаланги III пальця кисті випрямленої руки. Довжину нижньої кінцівки вимірюють від передньоверхньої вісі клубової кістки до внутрішньої кісточки [1].

Реєстрація та оцінка енергетичних характеристик виконувались на апаратурній системі „D&K-TEST”, розробленій в лабораторії С.А. Душаніна [14]. Спосіб дослідження енергетичного метаболізму полягає в реєстрації ЕКГ у стані м'язового спокою, вимірювання амплітуд R і S - зубців кардіосигналу в правих грудних однополосних відведеннях за Вільсоном V3R, V1, V2 і лівих відведеннях V4, V5, V6. Кардіосигнал вводили в обчислювальний пристрій і визначали відсоткове відношення амплітуди зубця R до суми амплітуд зубців R і S у зазначених відведеннях ЕКГ і оцінку за цими відношеннями ємності, ефективності та потужності метаболічних, аеробної, а також креатинфосфатної і гліколітичної анаеробних функціональних систем, які забезпечують енергією м'язову роботу. В цьому дослідженні енергетичний потенціал волейболістів, який характеризує анаеробну, аеробну метаболічну ємність (АН, АЕ), ефективність (ЧСС/ПАНО) і потужність аеробної ( $VO_2max$ ) та анаеробної, креатин фосфатної (КрФ) і гліколітичної (ГЛ) а також економічності аеробно-анаеробних механізмів (ПАНО) теж визначали за допомогою комп'ютерного пристрою і програмного забезпечення експрес-діагностики функціонального стану і резервних можливостей організму „D&K-Тест” [15].

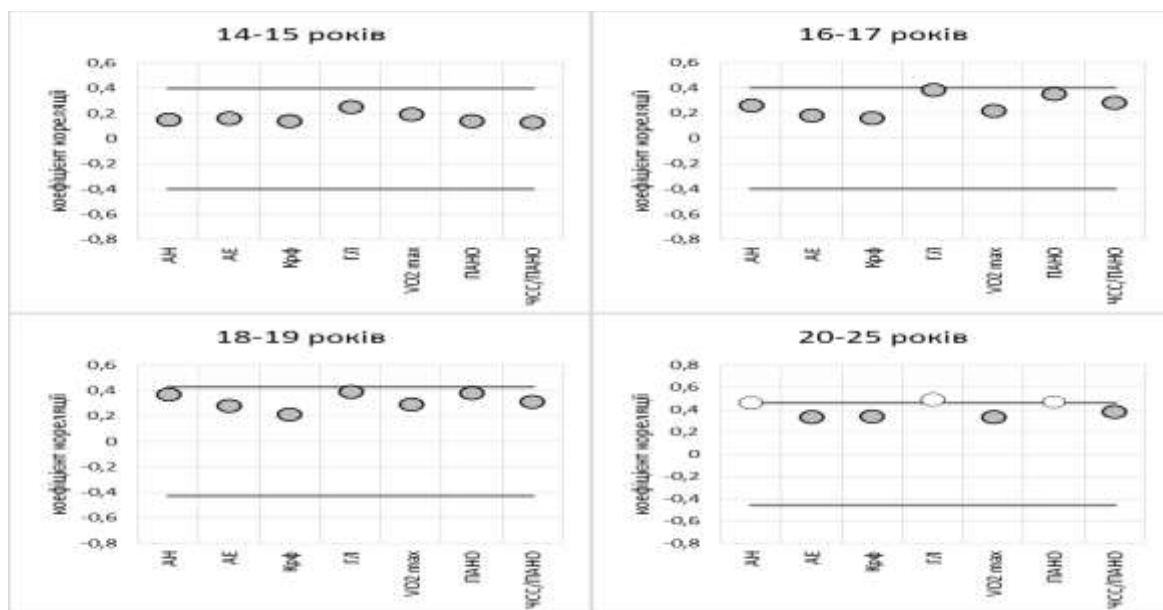
Дослідження проводили на базі ВК «Імпексагро-Спорт» м. Черкаси, ВК «Фаворит» м. Лубни, СК «Сумихімпром» м. Суми, ВК «СумДу» м. Суми, дитячо-юнацьких спортивних шкіл міст Суми, Полтава і Золотоноша. Результати дослідження було оброблено за допомогою комп'ютерного блоку програм BIOSTAT. З метою аналізу отриманих результатів досліджень були використані такі статистичні показники: середнє арифметичне значення ( $X$ ), похибка середнього арифметичного ( $m$ ). Значимість відмінностей показників вибірок визначалася за параметричним критерієм t-Ст'юдента. Якщо розрахункове значення було більше граничного, то різниця між вибірками статистично значима ( $p < 0,05$ ) [16].

### Результати дослідження

Аналіз кореляційних зв'язків енергетичних характеристик та успішності ігрової діяльності для волейболістів різного віку продемонстрував, що ефективність ігрової діяльності професійних гравців, у першу чергу, залежить від потужності лактатних, анаеробних та змішаного аеробно-анаеробного механізмів енергетичного забезпечення м'язової діяльності (рис. 1).

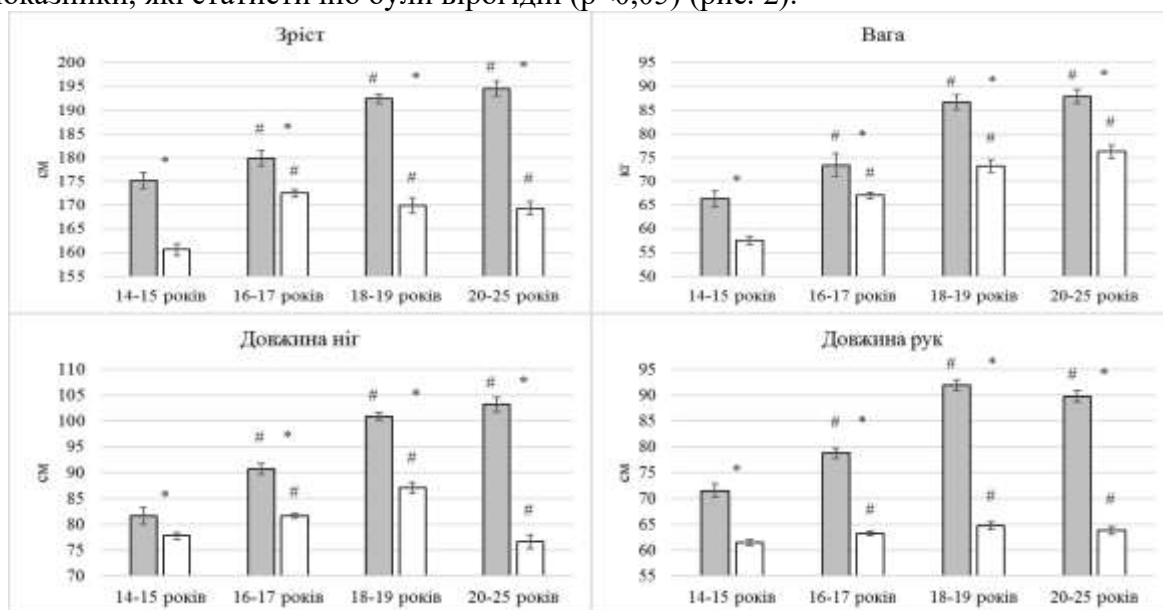
Це зумовлено характером ігрової діяльності волейболістів, яка пред'являє високі вимоги до прояву швидкісно-силових можливостей, швидкісної та стрибкової витривалості і може тривати від 4-6 секунд (швидкий розвиток атакуючих дій – без успішної гри в захисті суперником), і до 7-24 секунд (декілька нападаючих ударів підряд, блокувань, переміщень чи падінь після активної гри в захисті для обох команд під час одного розіграшу м'яча) в залежності від розвитку ігрової ситуації. Для волейболістів молодшого віку значимих кореляційних зв'язків успішності ігрової діяльності та досліджуваних енергетичних характеристик виявлено не було ( $p > 0,05$ ).

Можемо припустити, що дана особливість більше пов'язана не з рівнем розвитку функціональних систем організму таких гравців, а із особливостями їх ігрової діяльності. Зокрема вирішального впливу набувають інші показники, такі як зріст, вага, довжина верхньої та нижньої кінцівок, стан координаційної підготовленості тощо [17].



**Рис. 1.** Зв'язок показників енергетичного метаболізму з ефективністю ігрової діяльності волейболістів різного віку.

Дослідження показників морфо-функціонального розвитку волейболістів різного віку та їх однолітків, які не займалися систематично спортом продемонструвало факт того, що у процесі спортивного відбору волейболісти суттєво переважали неспортсменів. Так за усіма досліджуваними параметрами волейболісти всіх вікових груп мали вищі показники, які статистично були вірогідні ( $p < 0,05$ ) (рис. 2).



**Рис. 2.** Особливості прояву морфо-функціональних характеристик волейболістів та не спортсменів різного віку

*Примітка:* \* – статистично вірогідні різниці показників між волейболістами та не спортсменами у досліджуваних вікових групах ( $p < 0,05$ ).

*Примітка:* # – статистично вірогідні різниці показників по відношенню до групи спортсменів 14-15 років ( $p < 0,05$ ).

Дані результати засвідчують, що у процесі початкового відбору у волейболі тренери спираються, у першу чергу, на показники зросту та довжину кінцівок дитини, віддаючи перевагу високим гравцям. Проте, на нашу думку, даний підхід відбору є не

досить об'єктивним, адже в професійних командах різниця у показниках зросту, ваги чи довжини кінцівок для гравців різних ігрових амплуа є не статистично значимою [6]. Отже, можемо припустити, що успішна ігрова діяльність таких волейболістів формується не лише за рахунок зросту, довжини рук чи ніг. Тому на етапах початкового відбору варто звертати увагу, також і на ті параметри, які будуть незмінні в майбутньому, але що суттєво впливають на рухову діяльність людини.

Проте, важливість тотальних розмірів тіла у волейболі не можливо ігнорувати. Адже, результати досліджень різних науковців свідчать про важливість морфологічних показників при виконанні техніко-тактичних прийомів волейболу, а також дають підстави стверджувати про необхідність при комплектації команд різного рівня майстерності у процесі набору та відбору звертати увагу на тотальні показники розмірів тіла спортсмена [17, 18]. Особливо на початкових етапах спортивного удосконалення.

### Обговорення

Наявність значимих кореляційних зв'язків між ефективністю ігрової діяльності та енергетичного метаболізму (лактатних, анаеробних та змішаного аеробно-анаеробного забезпечення) у волейболістів старшого віку, а даний віковий період представляли майстри спорту та кандидати у майстри спорту України, а також у віковому аспекті особи віком від 20 років і старше може свідчити про те, що для вирішення поставлених задач гравець в першу чергу використовує внутрішній фізіологічний потенціал організму. Який у свою чергу є сформованим на достатньо високому рівні у зв'язку із тривалими і систематичними заняттями волейболом, а також завдяки процесу спортивного відбору до професійних команд. Для молодших гравців таких залежностей не виявлено, і, що цікаво, із зменшенням віку обстежуваних зменшуються і значення коефіцієнтів кореляції. Можемо припустити, що це пов'язано з певними особливостями їх ігрової діяльності, яка має інший характер (анатоμο-фізіологічний, руховий, психофізіологічний, тощо), а прояви швидкісно-силових можливостей, швидкісної та стрибкової витривалості більше залежать від морфо-функціональних характеристик таких гравців [17].

Із літературних джерел також відомо, що волейболісти, починаючи із етапу спеціалізованої підготовки і надалі в силу спортивного відбору та постійних занять волейболом, майже не відрізняються за показниками морфо-функціонального розвитку та рівнем швидкісно-силових, координаційних можливостей чи психофізіологічних характеристик [17, 18]. Для специфіки фізичного навантаження, яке діє під час занять волейболом, морфологічний профіль атлета є досить однотипним. Так, однакові зростові показники та збільшення середньої довжини тіла гравців, виконуючих різноманітні ігрові функції, дають підстави говорити про те, що вони, звичайно, відіграють певну роль, але не є вирішальними під час вибору ігрової спеціалізації. Особливо гостро дане питання стоїть у віковому аспекті досліджень такого впливу.

Отже, можемо припустити що наявність високорозвинених морфо-функціональних можливостей та анатомічних систем є основою для діяльності на високому рівні фізіологічних механізмів енергозабезпечення рухової діяльності: лактатних, анаеробних та змішаного аеробно-анаеробного і суттєво впливає на успішність ігрової діяльності у старшому віці та визначає рівень спортивної майстерності таких гравців.

Отримані особливості можуть свідчити про необхідність внесення змін та корективів у навчально-тренувальний процес волейболістів різного віку з метою удосконалення анатоμο-фізіологічних систем організму, які формують та забезпечують прояв саме таких видів енергетичного метаболізму спортсменів.

**Перспективи подальших досліджень** стосуються вивчення особливостей біоенергетичних можливостей волейболістів різних ігрових амплуа на різних етапах спортивного удосконалення.

### Висновки

1. Аналіз літературних джерел дозволив виявити сучасні комплексні методи та методики дослідження анатомо-фізіологічних, психофізіологічних, тактико-технічних та інших характеристик спортсмена, які забезпечують пристосування до тривалих і специфічних фізичних навантажень в процесі спортивного удосконалення.
2. За результатами аналізу дослідження функціональних систем волейболістів різного віку, які відображали біоенергетичний потенціал та кореляції їх з оцінкою ефективності ігрової діяльності було виявлено найбільш важливі шляхи енергетичного забезпечення рухової активності гравців. Встановлено, що енергозабезпечення ігрової діяльності волейболістів різного віку базується на: лактатних, анаеробних та змішаних аеробно-анаеробних фізіологічних механізмах.
3. Виявлено достовірні кореляційні зв'язки між оцінкою ефективності ігрової діяльності волейболістів 20-25 років та лактатних, анаеробних та змішаних аеробно-анаеробних механізмах енергетичних систем організму спортсмена. Для більш молодших гравців статистично значимих кореляційних зв'язків виявлено не було.
4. Отримані особливості можуть бути використані при організації навчально-тренувального процесу на різних етапах спортивного удосконалення, з метою оптимізації процесу підготовки таких гравців.

### Список використаної літератури

1. Павліченко П.П., Попов В.Д. Методи діагностики функціонального стану професійних спортсменів в різних умовах. Вісник ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія». 2015. № 15 С. 97-104.
2. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1995. №27. P. 792-793. doi.org/10.1249/00005768-199505000-00024
3. Платонов В.Н. Допінг в олімпійському спорті: кризисне явище і шляхи його подолання. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2016. № 6. С. 53-59. doi:10.15561/18189172.2016.0608.
4. Семаева Г.Н. Интегральная оценка функционального состояния футболистов высокой квалификации автореф. дис. канд. биол. наук / Семаева Галина Николаевна ; Всерос. н.-и. ин-т физ. культуры и спорта. М., 2004. 22 с.
5. Лизогуб В.С., Пустовалов В.О., Супрунович В.О., Гречуха С.В. Сучасні підходи до реалізації відбору футболістів високої кваліфікації за показниками нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2017. № 2. С. 81-85. doi.org/10.15391/sns.v.2017-2.008
6. Дакал Н.А. Психофізіологічні особливості елітних атлетів з урахуванням стилю ведення поєдинку. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2015. № 1. С. 114-117.
7. Коробейніков Г.В., Міщук Д.М. Формування структури психофізіологічних особливостей волейболістів різних амплуа. Молода спортивна наука України. 2015. № 1. С. 103-108.
8. Vayios I.A., Bergeles N.K., Apostolidis N.G., Noutsos K.S. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2006. № 46. P. 271-280.
9. Duncan M.J. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2006. № 40. P. 649-651. doi: 10.1136/bjmsm.2005.021998.
10. Босенко А., Долгієр Є. Особливості термінової адаптації центральної нервової системи волейболістів. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2018. № 3. С. 27-38. doi 10.24139/2312-5993/2018.03/027-038
11. Бойченко Н.В., Ананченко К.В., Панов П.П. Вдосконалення координаційних здібностей юних дзюдоїстів. *Проблеми и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях*. 2017. №1. С. 12-16. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/edinob\\_2017\\_3\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/edinob_2017_3_3).
12. Winder W.W., Baldwin K.M., Holloszy J.O. Exercise-induced adaptive increase in rate of oxidation of beta-hydroxybutyrate by skeletal muscle. P.S.E.B.M. 1973. Vol. 143. P. 753-754.



13. Грушин А.А., Антонов А.А., Нагейкина С.И., Ростовцев В.Л. Искусственная гипоксия как дополнительное средство воздействия на организм спортсмена в целях повышения уровня функциональной подготовленности. Вестник спортивной науки. 2016. № 3. С. 23-28.
14. Душанин С.А., Береговой Ю.В., Цветкова О.А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле. Методические Рекомендации. К., 1986. 23с.
15. Инструкция по использованию компьютерной программы оценки функциональных и резервных возможностей организма D&K-test (Душанин С.А., Карленко В.Н.). Авторское свидетельство на изобр. № 2002108583 от 29.10.2002, зарег. в Государственном Департаменте интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины. К., 2003. 4 с.
16. Хоменко С.М. Аналіз розподілу даних за допомогою Excel. Навчально-методичний посібник. Черкаси: ПП Гордієнко Є.І., 2007. 99 с.
17. Артеменко Б.О. Вікові особливості формування психофізіологічних властивостей і фізичного розвитку спортсменів: дис. канд. біологічних наук: 00.03.13. Черкаси. 2021. 172 с.
18. Платонов В.Н. Теории адаптации и функциональных систем в развитии системы знаний в области подготовки спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2017. № 1. С. 29-47.

### References

1. Pavlichenko, P.P., & Popov, V.D. (2015). Methods of diagnosing the functional state of professional athletes in different conditions. Bulletin of VDNZU "Ukrainian Medical Dental Academy". (Visnyk VDNZU «Ukrainska medychna stomatolohichna akademiia»). 15. 97–104.
2. Wilmore J.H., & Costil D.L. (1995). Physiology of sport and exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. №27. P. 792-793. doi.org/10.1249/00005768-199505000-00024
3. Platonov, V.N. (2016). Doping in Olympic sports: crisis phenomena and ways to overcome them. Pedagogi`ka, psikhologi`ya ta mediko-bi`ologichni` problemi fi`zichnogo vikhovannya ta sportu. (Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports). 6. 53-59. [In Ukr]. <https://doi:10.15561/18189172.2016.0608>.
4. Semaeva, G.N. (2014). Integral'naya ocenka funkcional'nogo sostoyaniya futbolistov vysokoy kvalifikacii : avtoref. dis. kand. biol. nauk. M., 2014. 22 s [In Rus].
5. Lyzohub, V.S., Pustovalov V.O., Suprunovich V.O., & Grechukha S.V. (2017). Suchasni pidhody` do realizaciyi vidboru futbolistiv vy`sokoyi kvalifikaciyi za pokazny`kamy` nejrody`namichny`x vlasty`vostej vy`shhy`x viddiliv central'noyi nervovoyi sy`stemy` [Modern approaches to the implementation of the selection of high-skilled football players according to the indicators of neurodynamic properties of the higher parts of the central nervous system]. Slobozhanskyi Naukovo-Sportyvnyi Visnyk. (Slobozhansky Scientific and Sport Herald); 2. 81-85.
6. Dakal, N.A. (2015). Psychophysiological features of elite athletes, taking into account the style of the duel. Teoriia i metodika fizichnogo vikhovannia i sportu. (Theory and methods of physical education and sports). 1. 114–117. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/TMFVS\\_2015\\_1\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/TMFVS_2015_1_22) [In Ukr].
7. Korobeinikov, G.V., & Mishchuk, D.N. (2015). Formation of the structure of psychophysiological features of volleyball players of different roles. Moloda Sportyvna Nauka Ukrainy. (Young sports science of Ukraine). 1. 103-108. [http://repository.ldufk.edu.ua:8080/bitstream\\_18.pdf](http://repository.ldufk.edu.ua:8080/bitstream_18.pdf) [In Ukr].
8. Bayios, I.A., Bergeles, N.K., Apostolidis, N.G., & Noutsos, K.S. (2006). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. Zhurnal sportyvnoi medytsyny ta fizychnoi kultury. (The journal of sports medicine and physical fitness). 46. 271-280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16823358/> [In En].
9. Duncan, M.J. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. Zhurnal sportyvnoi medytsyny ta fizychnoi kultury. (The journal of sports medicine and physical fitness). 40. 649–651. <https://DOI: 10.1136/bjism.2005.021998>. [In En].
10. Bosenko, A., & Dolgier, E. (2018). Features of urgent adaptation of the central nervous system of volleyball players. Pedagogichni Nauky Teoriia Istorii Innovatsiini Tekhnologii. (Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies). 3. 27-38. <https://DOI 10.24139/2312-5993/2018.03/027-038> [In Ukr].
11. Boychenko, N.V., Ananchenko, K.V., & Panov, P.P. (2019). Development and improvement of coordination skills in judo. Problemy i perspektyvy rozvytku sportyvnykh ihor i yedynoborstv u vyshchykh zakladakh navchannia. (Problems and prospects for the development of sports games and martial arts in higher education). 1. 12-16. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/edinob\\_2017\\_3\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/edinob_2017_3_3) [In Ukr].
12. Winder, W.W., Baldwin, K.M., & Holloszy, J.O. (1973). Exercise-induced adaptive increase in rate of oxidation of beta-hydroxybutyrate by skeletal muscle. P.S.E.B.M. 143. 753-754 [In En].
13. Grushin, A.A., Antonov, A.A., Nageikina, S.I., & Rostovtsev, V.L. (2016). Artificial hypoxia as an additional means of influencing the athlete's body in order to increase the level of functional readiness. Vestnyk sportyvnoi nauky (Sports Science Bulletin). 3. 23-28.

14. Dushanin, S.A., Beregovoy, Yu.V., & Tsvetkova, O.A. (1986), The system of multifactorial express diagnostics of the functional fitness of athletes under the current and operational medical and pedagogical control. Methodical Recommendations. K. 23 p. [In Ukr].
15. Instructions for using the computer program for assessing the functional and reserve capabilities of the body D & K-test (Dushanin S.A., & Karlenko V.N.). Copyright certificate for fig. No. 2002108583 dated October 29, 2002, registered. at the State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine. K., 2003. 4 p.
16. Khomenko, S.M. (2007). Analiz rozpodilu danykh za dopomohoiu Excel. Navchalno-metodychnyi posibnyk [Analysis of data distribution using Excel. Educational and methodical manual]. Cherkasy. 99 p.
17. Artemenko, B.O. (2021). Age features of formation of psychophysiological properties and physical development of athletes: dis. for science. stup. Cand. of Biological Sciences. Cherkassy, 172 p.
18. Platonov, V.N. (2017). Theories of adaptation and functional systems in the development of the knowledge system in the field of training athletes. Nauka v olymпыiskom sporte. (Science in Olympic sports). 1. 29-47. [In Rus].

***Artemenko B.O., Khomenko S.M., Kozhemiako T.V., Iliukha L.M. Relationship between the functional state with the effectiveness of playing activities of volleyball players of different ages***

***Introduction and purpose of the study.*** Modern sport, in accordance with the peculiarities of the improvement of its various components, needs revision and changes in the organization of the educational and training process at various stages of the multi-year training of athletes. One of the directions of such changes can be the improvement of the functional capabilities of athletes, which ensure adaptation to physical loads and form motor activity in a certain type of sport. Volleyball is characterized by significant requirements to anatomical-physiological systems of an athlete's organism and his motor activity. Therefore, the aim of the study was to reveal the relationship between the functional state of volleyball players of different age and the efficiency of playing activity.

***Materials and methods:*** 90 volleyball players 14 years old and older were studied. We studied the bioenergetic potential of the athletes' organism and the relationship with the success of competitive activity.

***Results of the study:*** According to the results of the analysis of the obtained data, the most important ways of providing energy for the motor activity of the players were identified regarding the activity of the functional systems of volleyball players of different ages, which reflected the bioenergetic potential and correlation with the assessment of the success of their playing activities. It has been established that the energy supply of game activities of volleyball players of different ages is based on: lactate, anaerobic and mixed aerobic-anaerobic physiological mechanisms.

***Conclusions:*** Significant correlations were established between the evaluation of playing efficiency of volleyball players 20-25 years old and the lactate, anaerobic and mixed aerobic-anaerobic mechanisms of energy systems of the athlete's organism. These data can be used in the organization of educational and training process at various stages of sports improvement in order to optimize the training process of such players.

***Key words:*** volleyball, bioenergetic potential, "D&C-TEST", efficiency of playing activity.

Одержано редакцією: 13.05.2023

Прийнято до публікації: 22.05.2023

УДК 612.821

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-27-34

**Безкопильна Світлана Вікторівна**

доктор філософії, викладач,  
НДІ фізіології імені М. Босого,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
bezcopylnaya86@ukr.net,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2603-2820>

**Мінаєв Борис Пилипович**

доктор хімічних наук, професор  
кафедра хімії та наноматеріалознавства  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького  
bfmin43@vu.cdu.edu.ua  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9165-9649>

**Безкопильний Олександр Олександрович**

доктор педагогічних наук, доцент,  
кафедра теорії, методики фізичного виховання,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
aleksbez1981@ukr.net,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7207-7590>

**Каленіченко Олексій Володимирович**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра спортивних дисциплін,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
alexkalin7713@gmail.com,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1863-7109>

**Гречуха Сергій Васильович,**

кандидат наук з фізичного виховання та спорту,  
доцент, кафедра теорії, методики фізичного виховання,  
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
sg1050@ukr.net,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3094-8025>

## **ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ СТАТОКІНЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ У СПОРТСМЕНІВ ТА НЕ СПОРТСМЕНІВ**

*У роботі представлено результати дослідження статокінетичної стійкості у дітей, підлітків та юнаків, які займаються спортом та не спортсменів. Встановлено поступове підвищення статокінетичної стійкості з віком. Динаміка розвитку статокінетичної стійкості у спортсменів мала випереджаючий характер порівняно з не спортсменами. Виявлено, що у всіх вікових групах спортсменів та не спортсменів за умови нестабільної платформи показники статокінетичної стійкості були статистично значуще нижчими ніж за умови утримання постави на стабільній платформі стабілографа.*

*Зазначено, що статокінетична стійкість залежить від віку обстежуваних та умов утримання рівноваги (стабільна, нестабільна платформа).*

**Ключові слова:** моторні завдання; стабілографія; функція рівноваги.

### **Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Рухи людини супроводжуються лінійними та кутовими прискореннями, що пред'являє підвищені вимоги до статокінетичної стійкості організму [1]. Здатність зберігати рівновагу тіла є однією з основних функцій, що забезпечує рухове поведіння

та адекватну адаптацію людини до змінних умов навколишнього середовища. Регуляція статокінетичної стійкості відбувається за умов узгодженого функціонування скелетно-м'язової системи, кори великих півкуль, підкоркових структур, сенсорних систем та виконує важливу роль у повсякденному житті людини, її професійній та спортивній діяльності [2].

Під статокінетичною стійкістю людини розуміють здатність зберігати рівновагу тіла у статичному та динамічному положенні, що забезпечують різні рівні центральної нервової системи на основі використання інформації яка надходить від зорових, вестибулярних, м'язових та суглобових рецепторів. В клінічній практиці та в наукових дослідженнях для оцінки статокінетичної стійкості та якості функції рівноваги тіла людини широко використовується стабілографія, що є одним із способів дослідження різних аспектів роботи мозку [3; 4; 5]. Крім того, на думку вчених [6] показники процесу підтримки пози відображають зміни у стані багатьох фізіологічних органів та систем, починаючи від м'язової та завершуючи корою головного мозку.

Дослідженням статокінетичної стійкості людини за різних умов життя, професійної, спортивної діяльності та різних захворювань присвячено публікації вітчизняних та закордонних вчених. Так, на сьогодні, результати стабілографії використовують, як ефективний діагностичний показник у клінічній практиці [7; 8; 9], комплексний показник ефективності фізичного виховання [1], при оцінюванні функціонального стану організму людини та реакцій на тренувальні та змагальні навантаження [10; 11], важливий засіб у системі професійного та спортивного відбору [12; 13; 14], на їх основі розробляють засоби та методи реабілітації хворих [6; 15]. Вітчизняні та закордонні вчені стабілографію використовували в дослідженнях присвячених вивченню інтегративних функцій мозку людини під час виконання подвійних когнітивних та моторних завдань [3; 16].

Проте, на сьогодні, нейрофізіологічні механізми формування статокінетичної стійкості людини залишаються недостатньо вивченими. Відсутні систематичні дослідження, присвячені аналізу вікової динаміки розвитку статокінетичної стійкості у дітей, юнаків та підлітків за умов занять спортом (з урахуванням впливу занять спортом). Знання про закономірності розвитку нейрофізіологічних механізмів формування статокінетичної стійкості у віковому аспекті та за різних умов життя і діяльності людини можуть бути корисними в системі професійного, спортивного відбору та в педагогічній практиці, зокрема для визначення періодів найбільш чутливих для розвитку даного прояву моторики людини, оптимальних строків початку занять деякими видами спорту, розробки ефективних методик цілеспрямованого впливу на організм людини різними засобами та сприяння його оптимальному розвитку.

**Мета роботи.** Визначення вікових особливостей статокінетичної стійкості у дітей, підлітків та юнаків, які займаються спортом та не спортсменів.

#### **Організація та методи дослідження**

Дослідження були проведені науково-дослідною групою НДІ імені М Босого Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Для вирішення завдань дослідження до експерименту були залучені 130 дітей, підлітків та юнаків, з яких 75 навчалися в закладах загальної середньої освіти, які не відвідували спеціально організованих занять фізичною культурою та спортом, окрім обов'язкових уроків фізичної культури та були віднесені до основної медичної групи, а також 55 їх однолітків, які навчалися на базі академії футбольного клубу «Рух».

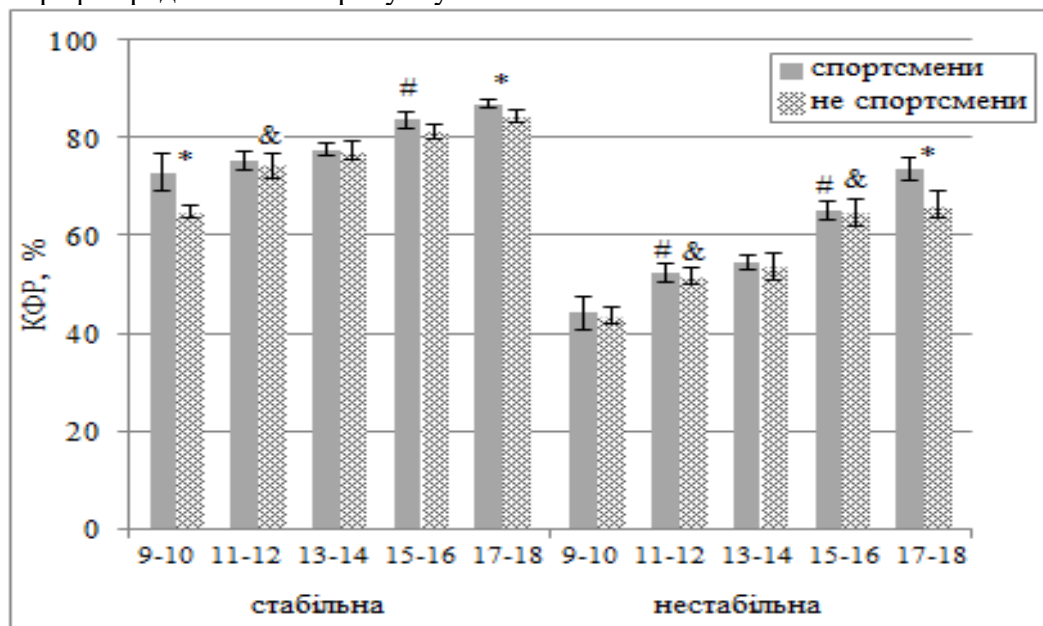
Дослідження полягало у реєстрації змін показників коливання тіла під час виконання моторного завдання з утримання вертикального положення тіла стоячи на стабільній та нестабільній платформі стабілографа. В ході тестування досліджуванні підтримували зручну вертикальну позу, стоячи 74на платформі стабілографа («МПФИ

стабілограф-1»), за допомогою якого реєстрували зміни коливання тіла. Стопи досліджуваних знаходилися в зручному положенні, при цьому вони розгорнуті по відношенню один до одного на кут  $20^{\circ}$ , а п'ятки віддалині на відстань 6 см. одна від одної. Для дослідження коливань тіла на нестабільній платформі використали поролон  $40 \times 40$  см., товщиною 10 см., який клали на жорстку платформу стабілографа, а на нього дощечку товщиною 1 см, на яку наклеєні мітки для стоп. Обстежуваний повинен стояти рівно без зайвого напруження м'язів і утримувати рівновагу продовж 1 хвилини. Починали дослідження з визначення утримання вертикальної пози стоячи на стабільній платформі стабілографі, потім переходили до виконання завдання з утримання рівноваги на нестабільній платформі. Реєстрували зміни коливання тіла та оцінювали статокінетичну стійкість за показниками коефіцієнта функції рівноваги (KFR,%), значеннями довжини траєкторії коливання центру тиску (Length, мм) та швидкості переміщення центру маси (AvgSpeed, мм/с.).

Отриманий експериментальний матеріал оброблений з використанням програми Microsoft Excel. Обраховували такі показники: середнє значення, похибка середнього, середнє квадратичне відхилення. Статистичну значущість різниць між вибірками оцінювали за критерієм Стьюдента.

### Результати та їх обговорення

Результати дослідження статокінетичної стійкості дітей, підлітків та юнаків, які займалися спортом і не спортсменів за умов виконання моторного завдання з утримання вертикального положення тіла стоячи на стабільній та нестабільній платформі стабілографа представлені на рисунку 1.



**Рис.1.** Вікові особливості виконання моторного завдання з утримання рівноваги на стабільній та нестабільній платформі стабілографа у спортсменів ■ та не спортсменів ▨.

*Примітка:* # – статистична вірогідність різниць між віковими групами спортсменів; & – статистична вірогідність різниць між віковими групами не спортсменів; \* – статистична вірогідність різниць між спортсменами та не спортсменами

Аналіз статокінетичної стійкості у дітей, підлітків та юнаків за умов виконання моторного завдання з утримання рівноваги на стабільній та нестабільній платформі стабілографа показав, що інтегральний показник функції рівноваги, яким є коефіцієнт функції рівноваги (КФР) з віком зростає. Найнижчі значення КФР, як на стабільній так і

на нестабільній платформі встановлено у спортсменів та не спортсменів у 9-10 річному віці. Максимальні значення, відповідно в 17-18 років. Загалом, можемо відзначити схожу вікову динаміку КФР, як у спортсменів так і у їх однолітків, які не займалися спортом. Схожа вікова динаміка статокінетичної стійкості на стабільній і нестабільній платформі у вікових групах спортсменів та не спортсменів може вказувати на те, що досліджувана властивість підпорядкована генетично детермінованим генорегуляторним механізмам онтогенезу. Проте, порівняльний аналіз результатів стабілографії, окремо між віковими групами спортсменів та не спортсменів за умов виконання моторного завдання на стабільній платформі показав наявність статистично достовірних відмінностей між групами 13-14 річних та 15-16 річних спортсменів, а також між групами 9-10 річних та 11-12 річних не спортсменів ( $p < 0,05$ ). На нестійкій платформі стабілографа достовірні відмінності за показником КФР встановлено між групами 9-10 та 11-12 років, а також 13-14 та 15-16 років, як у спортсменів так і не спортсменів ( $p < 0,05$ ). Вищий рівень розвитку статокінетичної стійкості у вказаних вікових групах спортсменів у порівнянні з не спортсменами може вказувати на те, що систематичні заняття спортом можуть вносити корективи у генетично-детерміновану програму удосконалення досліджуваної властивості в онтогенезі.

Вважаємо, що покращення з віком здатності до утримання рівноваги, імовірно пов'язано з віковими особливостями дозрівання моторної системи та окремих структур мозку. Крім того, можемо відзначити значний розкид КФР у всіх вікових групах спортсменів і не спортсменів, що вказує на значні індивідуальні відмінності контингенту обстежуваних і може свідчити про генетичну детермінованість здібності до високого рівня збереження рівноваги не залежно від виду діяльності (чи впливу занять спортом). Отримані нами результати про вікові особливості розвитку статокінетичної стійкості частково співпадають із даними представленими в деяких публікаціях, що вказують на нерівномірний розвиток нейрофізіологічних механізмів функції рівноваги на різних етапах вікового розвитку людини та їх генетичну детермінованість [17].

В контексті нашого дослідження важливими є результати вивчення ефективності тренування вестибулярного апарату представлені фахівцями галузі спортивної медицини [18; 19]. Вони відзначають позитивний вплив занять окремими видами спорту на становлення функції рівноваги, а також наявність взаємозв'язку між функціональним станом вестибулярної системи та рівнем рухових можливостей спортсменів [17]. Співставлення нами показників статокінетичної стійкості дітей підлітків та юнаків, які займалися і не займалися спортом за умов утримання рівноваги на стабільній та нестабільній платформі дозволило виявити наступне. За умов стабільної платформи стабілографа спортсмени 9-10 та 17-18 річного віку (КФР дорівнював відповідно  $72,9 \pm 4,0$  % та  $86,9 \pm 0,9$ ) характеризувалися статистично достовірно вищими значеннями КФР ніж їх однолітки, які не займалися спортом (КФР дорівнював відповідно  $64,9 \pm 1,3$  та  $84,4 \pm 1,6$ ), при  $p < 0,05$ . За умов не стабільної платформи достовірні відмінності між групами спортсменів (КФР –  $73,6 \pm 2,3$ %) і не спортсменів (КФР –  $66,2 \pm 2,8$ %) встановлено лише у віці 17-18 років.

З рисунку видно, що у обстежуваних спортсменів і не спортсменів усіх вікових груп результати виконання завдання з утримання рівноваги на стабільній платформі стабілографа вищі, ніж за умови утримання рівноваги на нестабільній платформі, це вказує на те, що в умовах утримання вертикальної пози на нестабільній платформі значно підвищилась амплітуда коливання тіла. Так як утримання статокінетичної стійкості залежить від участі зорової, пропріорецептивної та вестибулярної сенсорних систем [20; 21], то за умови виконання завдання з утримання рівноваги на нестабільній платформі стабілографа, показник КФР, як у спортсменів, так і у не спортсменів суттєво знизився порівняно з утриманням рівноваги на стабільній платформі стабілографа. Цей факт,

імовірно, можна пояснити тим, що на зорову, пропріорецептивну та вестибулярну системи нестабільна платформа створює додаткове суглобово-м'язове навантаження, тому, у корі мозку та найближчих до нього підкіркових структур виникає інтерференція [16; 22], що і знижує результат утримання рівноваги на нестабільній платформі стабілографа.

Утримання рівноваги забезпечується великою кількістю кіркових і підкіркових структур, що певною мірою дублюють один одного, що і підвищує надійність моторного автоматизму [3; 5; 23]. Показано, що завдання з утримання рівноваги на стабільній платформі стабілографа характеризується високим моторним автоматизмом, а завдання на утримання рівноваги на нестабільній платформі стабілографа характеризується більш низьким моторним автоматизмом та супроводжувалось перерозподілом зорової уваги і вимагало більше фізіологічних затрат, ніж завдання на стабільній платформі.

### Висновки

1. Встановлено поступове підвищення статокінетичної стійкості з віком у спортсменів і не спортсменів. Мінімальними значеннями КФР характеризувалися діти 9–10 років, максимальними юнаки 17–18 років.
2. Вікова, динаміка статокінетичної стійкості у спортсменів характеризувалась вищим рівнем та випереджаючим розвитком порівняно з не спортсменами. У віці 9–10 та 17–18 років на стабільній платформі стабілографа та 17–18 років на не стабільній платформі стабілографа за показниками КФР спортсмени переважали своїх однолітків, які не займалися спортом.
3. Виявили, що за умови нестабільної платформи показники статокінетичної стійкості у всіх вікових групах спортсменів та не спортсменів були статистично значуще нижчими ніж за умови утримання постави на стабільній платформі стабілографа.
4. За показником КФР статокінетична стійкість знаходиться у залежності від генетичних та вікових особливостей обстежуваних, а також умов утримання рівноваги на стабільній і нестабільна платформі.

### Перспективи подальших розвідок у цьому напрямі

В наступних дослідженнях плануємо з'ясувати вплив розумових навантажень різної складності та модальності на показники статокінетичної стійкості дітей, підлітків та юнаків, які займаються та не займаються спортом.

### Список використаної літератури

1. Чустрак А. П. Вплив тренування статокінетичної стійкості на розвиток інших фізичних якостей. *Монографія. Одеса: ПНПУ імені К. Д. Ушинського*. 2022, 126 с.
2. Трембач А. Б. (2015). Возрастная динамика биомеханических показателей позной устойчивости девочек первого детства с различным уровнем двигательной деятельности. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. 2015, № 4 (169), С. 143–152.
3. Безкопильна С. В., Лизогуб В. С., Безкопильний О. П., Хоменко С. М. Интегративні функції мозку під час виконання когнітивних та моторних завдань. *Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки*, 2020, № 1. С. 11–22. doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-11-22.
4. Fraizer, E., & Mitra, S. Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait and Posture*. 2008, 27(2), P. 271–279. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.04.002
5. Horak, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006, 35(2), P. 7–11. doi:org/10.1093/ageing/afl077
6. Кочина М. Л., Біла А. А., Доріна В. Г. Результати дослідження статодинамічної стійкості людини в умовах фізичного і розумового навантаження та реабілітаційних заходів. *ВВК 87*, 2019, С. 680.
7. Андреев О. А., Скобська О. Є., Каджая Н. В. Порухення статокінетичної функції та її оцінка в об'єктивізації легкої черепно-мозкової травми. *Клінічна хірургія*. 2017, №6, С. 47–50.
8. Рой І. В., Зінченко В. В., Кравчук Л. Д., Русанов А. П. Використання методу стабілографії для оцінки ефективності реабілітаційного лікування хворих після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету*

- імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки. 2015, № 18, С. 171–175
9. Gioacchini F. M., Alicandri-Ciufelli M., Kaleci S., Magliulo G., Re M. Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: A review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014, № 78(5), P. 718–724.
  10. Болобан В. Н., Мистулова Т. Контроль устойчивости равновесия тела спортсмена методом стабилографии. *Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. тр., под ред. проф. С. С. Ермакова. Х.: ХГАДИ. 2003, № 2, С. 24–33.*
  11. Лях Ю., Усова О., Романюк А., Мельничук В., Лях М., Антипов А. Комп'ютерна стабілометрія в оцінці функціонального стану людини. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2019, № 2, С. 66–72.
  12. Компанієць О. А. Професійна працездатність льотного складу за показниками постурографії. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2008, № 4, С. 55–59.
  13. Коробейніков Г. В., Жирнов О. В., Коробейнікова Л. Г., Вольский Д. С., Міщенко В. С., Дудник, О. К., Іващенко О. О. Нейродинамічні функції та статокінетична стійкість кваліфікованих кікбоксерів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт*. 2018, № 154(1), С. 90–94.
  14. Зенина И. В. Исследование роли вестибулярной системы при выполнении равновесий различной координационной сложности у спортсменов. *Наукові конференції Харківської державної академії фізичної культури*. 2016, С. 130–133.
  15. Кальниш В. В., Швець А. В., Горолюк Д. О. Клініко-функціональні особливості відновлення здоров'я у осіб з наслідками черепно-мозкової травми після перебування в зоні бойових дій за показниками стабілографічного дослідження. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2018, № 3(56), С. 22–33.
  16. Hiraga, C. Y., Garry, M. I., Carson, R. G., Summers, J. J. Dual-task interference: attentional and neuropsychological influences. *Behavioural Brain Research*. 2009, 205(1), P. 291–345 doi:10.1016/j.bbr.2009.07.019
  17. Андрюк Н. Л. Вплив спортивного тренування на стійкість вестибулярного апарату людини. *Мир медицини и биологии*. 2017, № 13, 3(61), С. 166–168. doi:10.26724/2079-8334-2017-3-61-166-168
  18. Андрієнко Г., Шинкарук О., Литвиненко Ю. Біомеханічний контроль стійкості та рівноваги кваліфікованих спортсменок у черліденгу в дисципліні чер-данс-фрестайл-дует методом стабілографії. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2021, № 2, С. 3–12.
  19. Мистулова Т., Слива С., Миленькая С. Использование методики стабилографии в спортивной тренировке и реабилитации. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. пр. під ред. Ермакова. СС-Харків: ХДАДМ (XXII)*. 2004, № 24, С. 74–82.
  20. Polastri P. F., Barela J. A., Kiemel T. et al. Dynamics of inter-modality re-weighting during human postural control. *Experimental brain research*. 2012, 223, P. 99-108
  21. Sousa A. S., Silva A., Tavares J. M. Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: a review. *Somatosensory & motor research*, 29(4), P. 131-143.
  22. Lyzohub V. S., Chernenko N. P., Kozhemiako T. V., Palabiyik A. A., Bezkopylna S. V. Age peculiarities of interaction of motor and cognitive brain systems while processing information of different modality and complexity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2019, 10(3), С. 288–294 doi:10.15421/021944
  23. Maurer, C., Mergner, R., Peterka, R. Multisensory control of human upright stance. *Experimental Brain Research*, 2000, 171, P. 231–250 doi: 10.1007/s00221-005-0256-y

## References

1. Chustrak A.P. Influence of training of static stamina on the development of other physical stamina. Monografiya. Odessa: PNU im. K.D. Ushinskiy, 126 (in Ukr).
2. Trembach A. B. (2015). Age dynamics of biomechanical indicators of pose stability at the first childhood girls with various levels of motor activity. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Pedagogika i psikhologiya [Bulletin of the Adyge State University. Series 3: Pedagogy and Psychology]*, 4(169), 143-152. (in Rus).
3. Bezkopulna, S. V., Lyzohub, V. S., Bezkopylnuy, A. P., & Khomenko, S. M. (2020). Integrative functions of the brain in doing cognitive and motor tasks. *Visnyk Cherkaskoho universytetu [Cherkasy university bulletin: biological sciences series]*, (1), 11-22. (in Ukr).
4. Fraizer, E., & Mitra, S. (2008). Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait and Posture*, 27(2), 271–279.
5. Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(2), 7–11.



6. Kochina, M. L., Bila, A. A., & Dorina, V. G. (2019). The results of the statodynamic stability of a people in the minds of the physical and rose navigation and the rehabilitation entry. Bbk 87, 680.
7. Andreyev, O. A., Skobska, O. E., & Kadzhaya, N. V. (2017). Disorders of statokinetic function and its estimation in objectivization of mild cranio-cerebral trauma. *Klinicheskaya khirurgiya [Klinichna khirurgiia]*, (6), 47-50. (in Ukr).
8. Roy, I. V., Zinchenko, V. V., Kravchuk, L. D., & Rusanov, A. P. (2015). The use of the stabilography method during physical rehabilitation among patients undergoing the reconstruction of anterior cruciate ligament with arthroscopic surgical interventions. *Molodizhnyy naukovyy visnyk Skhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrayinky. Fizkul'tura i sport [Youth Scientific Bulletin of the East European National University named after Lesya Ukrainka. Physical training and sports]*, 18, 171-175. (in Ukr).
9. Gioacchini, F. M., Alicandri-Ciufelli, M., Kaleci, S., Magliulo, G., & Re, M. (2014). Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: A review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(5), 718-724.
10. Boloban, V. N., Mistulova, T. E. (2003). Control for athlete body equilibrium by stabilography method. *Fizicheskoye vospitaniye studentov tvorcheskikh spetsial'nostey [Physical education of students of creative specialities]*. Collection of research papers, ed. by professor S. S. Yermakov. Kharkov: KSADI, (2), 24–33. (in Ukr).
11. Lyakh, Y., Usova, O., Romaniuk, A., Melnychuk, V., Lyakh, M., & Antipov, A. (2019). Computer Stabilometry in the Assessment of Functional State of Humans. *Fizychno vykhovannya, sport i kul'tura zdorov'ya v suchasnomu suspil'stvi [Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society]*, (2(46)), 66–72. doi.org/10.29038/2220-7481-2019-02-66-72 (in Ukr).
12. Kompaniyets O.A. (2008). Professional work capacity of the flight personnel by indices of the posturography method. *Ukrainskiy zhurnal problem meditsinskoy praktiki [Ukrainian journal of problems of medicine practice]*, (4), 55-59. (in Ukr).
13. Korobeynikov G. V., Zhirnov O. V., Korobeynikova L. G., Volsky D. S., Mishchenko V. S., Dudnik O. K., Ivashchenko O. O. (2018). Neurodynamic functions and statokinetic stability of qualified kickboxers. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. T. H. Shevchenka [Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences. Physical development and sport, Chernihiv national pedagogical university named after T.H. Shevchenko]*, 154(1), 90-94. (in Ukr).
14. Zenina, I. V. (2016). Investigation of the role of the vestibular system in the performance of balances of different coordination complexity in athletes. *Naukovi konferentsiyi Kharkivs'koyi derzhavnoyi akademiyi fizychnoyi kul'tury [Scientific Conferences of Kharkiv State Academy of Physical Culture]*, 130-133. (in Ukr).
15. Kalnysh, V. V., Shvets, A. V., & Gorolyuk, D. O. (2018). Clinical and functional features of health recovery in persons with consequences of traumatic brain injuries after staying in the combat zone by indices of a stabilographic study. *Ukrainskiy zhurnal gigiyeny truda [Ukrainian Journal of Occupational Health]*, (3), 22-33. (in Ukr).
16. Hiraga, C. Y., Garry, M. I., Carson, R. G., & Summers, J. J. (2009). Dual-task interference: attentional and neuropsychological influences. *Behavioural Brain Research*, 205(1), P. 291–345
17. Andreyuk, N. L. (2017). The influence of sports training on the stability of the vestibular human apparatus. *Mir meditsyny i biologii [World of medicine and biology]*, (3), 166-168. (in Ukr).
17. Andriyenko H., Shynkaruk O., Lytvynenko Yu. (2021). Biomechanical control of stability and balance of qualified athletes in cheerleading in the discipline of cheer-dance-freestyle-duet by stabilography. *Sportivnaya meditsina, fizioterapiya i trudoterapiya [Sports medicine, physical therapy and occupational therapy]*, (2), 3-12. (in Ukr).
18. Mistulova, T., Sliva, S., & Milen'kaya, S. (2004). Using methods of stabilography in sports training and rehabilitation. *Pedagogika, psikhologiya ta mediko-biologichni problemi fizichnogo vikhovannya i sportu [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical development and sports]: Zb. Sciences. pr. pid red. Ermakova S.S. Kharkiv:KhDADM (KhKhPI). 2004, (24), 74-82. (in Ukr).*
19. Polastri, P. F., Barela, J. A., Kiemel, T., & Jeka, J. J. (2012). Dynamics of inter-modality re-weighting during human postural control. *Experimental brain research*, 223, 99-108.
20. Sousa, A. S., Silva, A., & Tavares, J. M. R. (2012). Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: a review. *Somatosensory & motor research*, 29(4), 131-143.
21. Lyzohub, V. S., Chernenko, N. P., Kozhemiako, T. V., Palabiyik, A. A., Bezokopylna, S. V. (2019). Age peculiarities of interaction of motor and cognitive brain systems while processing information of different modality and complexity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 10(3): 288–294 (in Ukr)
22. Maurer, C., Mergner, T., & Peterka, R. J. (2006). Multisensory control of human upright stance. *Experimental brain research*, 171, 231-250.

***Bezcopylna S.V., Minaev B.P., Bezcopylnuy O.O., Kalenichenko O.V., Hrechukha S.V. Age characteristics of statokinetic stability in athletes and non-athletes***

***Introduction.*** Knowledge about the regularities of the development of neurophysiological mechanisms of the formation of statokinetic stability in the age aspect and under different conditions of human life and activity can be useful in the system of professional and sports training and in pedagogical practice, in particular, to determine the periods most sensitive to the development of this manifestation of human motility, the optimal start dates engaging in some types of sports, developing effective methods of targeted influence on the human body by various means and promoting its optimal development.

***Purpose.*** Determination of age characteristics of statokinetic stability in children, adolescents and young men who are engaged in sports and non-athletes.

***Methods.*** The study consisted in recording changes in body sway indicators during the performance of a motor task of maintaining a vertical body position while standing on a stable and unstable stabilograph platform. Changes in body vibration were recorded using a stabilograph «MPFI stabilograph-1».

***Results.*** The analysis of statokinetic stability in children, adolescents and young men under the conditions of performance of a motor task of maintaining balance on a stable and unstable platform of a stabilograph showed that the integral indicator of the balance function, which is the coefficient of the balance function, increases with age.

Under the conditions of a stable stabilograph platform, athletes aged 9-10 and 17-18 years of age were characterized by statistically significantly higher CFR values than their peers who did not play sports. Under the conditions of an unstable platform, reliable differences between groups of athletes and non-athletes were established only at the age of 17-18 years.

In athletes and non-athletes of all age groups, the results of the task of maintaining balance on a stable platform of the stabilograph are higher than under the condition of maintaining balance on an unstable platform.

***Originality.*** Statokinetic stability depends on the age of the examinees and the conditions of maintaining balance (stable, unstable platform).

***Conclusions.*** A gradual increase in statokinetic stability with age was established in athletes and non-athletes. The dynamics of the development of statokinetic stability in athletes had an anticipatory character compared to non-athletes. Under the condition of an unstable platform, the indicators of statokinetic stability were statistically significantly lower than under the condition of maintaining the posture on the stable platform of the stabilograph.

***Key words:*** motor tasks; stabilography; function of balance.

Одержано редакцією: 06.04.2023

Прийнято до публікації: 26.04.2023

УДК 796.015.68:796.071.2

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-35-45

**Дяченко Ольга Андріївна**

аспірант,  
кафедра медико-біологічних дисциплін,  
Національний університет фізичного виховання і спорту,  
dnkolga@gmail.com,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-8380-3713>

**Філіппов Михайло Михайлович**

доктор біологічних наук, професор,  
кафедра медико-біологічних дисциплін,  
Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
filmish@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5096-7445>

**Льїн Володимир Миколайович**

доктор біологічних наук, професор,  
кафедра медико-біологічних дисциплін,  
Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
ilyin\_nufvsu@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7140-0659>

**Го Женхао**

аспірант,  
кафедра водних видів спорту,  
Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
adnk2007@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2843-9301>

## **МОНІТОРИНГ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ**

*Досліджено характеристики фізіологічного напруження організму в умовах симуляції функціональних станів гіпоксії навантаження, гіперкапнії і лактат-ацидозу у кваліфікованих спортсменів. Встановлено типологічні особливості реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення в умовах моделювання станів значного фізіологічного навантаження у веслуванні, велоспорті і боксі. Ці види спорту відрізняються темпо-ритмовою структурою змагальних локомоцій, структурою функціонального забезпечення змагальної діяльності.*

*Визначили, що спеціалізовані функціональні прояви ґрунтуються на достовірно значущих відмінностях структури гліколітичного енергозабезпечення, зокрема групових (типологічних) проявів потужності і ємності гліколітичного енергозабезпечення серед спортсменів різних видів спорту. Виявили суттєві індивідуальні відмінності компонентів реакції кардіореспіраторної системи і аеробного енергозабезпечення, зокрема швидкої кінетики, стійкості і сталого розвитку реакції в період компенсації втомі серед представників окремих видів спорту.*

***Ключові слова:** моніторинг, функціональні можливості, спеціальна працездатність, «стимул-реакція», веслувальники, велосипедисти, боксери.*

### **Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій**

Згідно даних сучасної літератури резерви функціональної підготовленості спортсменів за рахунок збільшення об'ємів та інтенсивності тренувальної роботи себе вичерпали. В зв'язку з цим, набуває особливого значення пошук додаткових механізмів функціонального забезпечення спеціальної працездатності [1, 2]. Питання енергозабезпечення, силових характеристик роботи, нейродинамічних функцій

організму, реакцій кардіореспіраторної системи (КРС) розглянуті згідно вимог виду спорту, спеціалізації, статі, віку, кваліфікації спортсменів [3, 4]. Також показано, що максимальний ступінь фізіологічної напруженості організму може характеризувати рівень функціональної підготовленості спортсменів [5].

Фізіологічні стани, які супроводжують великі тренувальні та змагальні навантаження – гіпоксію навантаження, лактат-ацидоз та пов'язану з ним гіперкапнію, дають можливість оцінити ступінь впливу на функціональне забезпечення спеціальної працездатності спортсменів. Ці питання добре розглянуті на системному, методологічному та науково-методичному рівні.

В роботах Д. В. Моногарова [6], В. С. Міщенко [7], М. М. Філіпова [8] чітко показано, що процеси адаптації КРС та тканинних механізмів утилізації  $O_2$  до гіпоксії навантаження лактат-ацидозу та пов'язаної з ним гіперкапнії, впливають на здатність спортсменів швидко, адекватно та в повній мірі реагувати на навантаження. Особливу увагу приділено аналізу показників, що характеризують здатність до швидкого розгортання фізіологічних реакцій (швидкої кінетики) в процесі впрацювання, в стійкому стані та в умовах зростаючої втоми.

Знання та розуміння механізмів, що включаються в умовах значного фізичного навантаження, дали підстави для розробки спеціалізованих критеріїв адаптації організму спортсменів. В роботах В. J. Whipp, S. A. Ward, B. J., Н. В. Rossiter [9], О. Лисенко [10], Т. М. V. Garnacho-Castaño, L. Albesa-Albiol, N, Serra-Payá et al [11], Го П., Кун С., А. Дьяченко [12], О. Ozkaya, G. A. Balci et al [13] показані функціональні властивості КРС і енергозабезпечення спортсменів, їх спеціалізовані прояви в умовах напруженої змагальної діяльності різною за спрямованістю функціонального забезпечення спеціальної працездатності. Склалося розуміння, що наявні кількісні та якісні фізіологічні характеристики, орієнтовані на граничні характеристики реакцій ( $VO_2 \max$ ,  $V_E \max$ ,  $VCO_2 \max$ ) не завжди формують повне уявлення про можливості функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів. Наявні граничні характеристики реакції характеризують потенціал спортсмена, але не дають точного уявлення про структуру функціонального забезпечення спеціальної працездатності, її вплив на кінетику, аеробну та анаеробну потужність, дихальну компенсацію метаболічного ацидозу, стійкий стан і сталий розвиток реакцій [14].

В більшій мірі проблема виникає у варіативних умовах тренувальних та змагальних навантажень, де зміни інтенсивності роботи, темпо-ритмової структури локомоцій вносять суттєві зміни в структуру, і як наслідок в фізіологічні характеристики реакції. Багаточисленні дані орієнтовані на окремі характеристики, мало відображають комплексні процеси в умовах гіпоксії, лактат-ацидозу та пов'язаної з ним гіперкапнії. Представлені у спеціальній літературі характеристики «стимул - реакція» орієнтовані на стандартні умови їх реалізації [10, 15]. Але є певне розуміння, що вони недостатньо відображають ступінь впливу фізіологічних стимулів на розвинення функцій в умовах складних перехідних процесів, характерних для багатьох видів спорту, зокрема швидкої кінетики, стійкого стану та сталого розвитку реакцій в умовах розвитку і компенсації втоми.

Все це є передумовою для проведення спеціального дослідження, що спрямоване на вивчення механізмів короткострокової та довгострокової адаптації організму в умовах модуляції функціональних станів, формування об'єктивних критеріїв адаптації організму спортсменів у процесі напруженої рухової діяльності.

**Мета.** Виявити характеристики фізіологічного напруження організму в умовах симуляції функціональних станів гіпоксії навантаження, гіперкапнії і лактат-ацидозу у кваліфікованих спортсменів.

**Матеріали та методи дослідження**

Аналіз наукової, науково-методичної літератури з фізіології рухової активності і спорту, функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів, теорії спорту.

Лабораторні дослідження проведені на базі Lab of aquatic training monitoring and intervention of general administration of sport of China (Наньчан, провінція Дзяньші, Китай)

Визначення споживання  $O_2$  ( $V \cdot O_2$ ), виділення  $CO_2$  ( $V \cdot CO_2$ ), хвилинного об'єму дихання ( $V_E$ ), легеневої вентиляції ( $V_A$ ) (метаболіметр Oхусон mobile, Jaeger) та забір крові для виміру концентрації лактату (лабораторний комплекс «Biosen S. line lab+») було проведено спеціалістами лабораторії Lab of aquatic training monitoring and intervention of general administration of sport of China та разом зі спеціалістами Національного університету фізичного виховання та спорту України.

*Процедура та оцінка.* На основі вказаних показників розраховували відносні характеристики кардіореспіраторної системи, потужності та ємності енергозабезпечення, які відображають кількісні характеристики функції «стимул-реакція» (табл. 1).

**Таблиця 1**

Характеристика показників моніторингу функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів

Показник	Одиниці виміру	Характеристика показника
$Eq_{PA}CO_2$ test 10 (тест 10 секунд),	у.о.	Відносні характеристики легеневої вентиляції до парціального напруження $CO_2$ в альвеолярному повітрі (кінцева фракція повітря, що видихається), $V_E \cdot P_ACO_2$ )
$Eq_{CO_2}$ test 30 (тест 10 секунд),	у.о.	Питомі характеристики легеневої вентиляції до збільшення $CO_2$ у повітрі ( $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ ), що видихається в період компенсації впливу навантаження (10-15 с відновлювального періоду)
$Eq_{CO_2}$ SSt (steady state),	у.о.	Питомі характеристики легеневої вентиляції до концентрації $CO_2$ у повітрі ( $V_E \cdot P_ACO_2^{-1}$ ), що видихається (за 30 с стійкого стану)
$Eq_{O_2}$ SSt,	у.о.	Питомі характеристики легеневої вентиляції до споживання $O_2$ ( $V_E \cdot VO_2^{-1}$ ) за 30 с стійкого стану
$Eq_{CO_2}^{-1}$ SSt / $Eq_{CO_2}^{-1}$ CP (critical power / критична потужність),	%	Ступінь збільшення функціонального напруження в умовах розвитку втоми в тесті «Критична потужність навантаження» $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ SSt / $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ CP і $V_E \cdot VO_2^{-1}$
$Eq_{O_2}^{-1}$ SSt / $Eq_{O_2}^{-1}$ CP, La test 30,	%	$^1 VO_2 \max$ SSt / $V_E \cdot VO_2^{-1}$ CP
La $VO_2 \max$ ,	$mmol \cdot l^{-1}$	Рівень концентрації лактату крові в умовах максимізації гліколітичної потужності (анаеробна гліколітична потужність)
La CP,	$mmol \cdot l^{-1}$	Рівень концентрації лактату крові, при якому спортсмен досяг $VO_2 \max$
La CP / La test 30,	%	Рівень концентрації лактату крові в умовах максимізації гліколітичної ємності (анаеробна гліколітична ємність)
	%	Відношення потужності та ємності лактатного енергозабезпечення (анаеробний резерв)

*Модуляція навантаження.* Ергометрія: використання ергометрів Dansprint (байдарка і каное), Wattbike (велоспорт), Спудерг (бокс). Контроль проводився за схемою, що представлена у таблиці 2.

Підібрані навантаження, які стимулюють досягнення високого ступеню гіпоксії навантаження, лактат-ацидозу та пов'язаної з ним гіперкапнії.

Таблиця 2

Зміст контролю функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів

Тестові завдання	Показники «стимул-реакція»
Швидка кінетика реакції	
Тест 10 секунд (test 10)	$E_{qPaCO_2}$
Час відновлення 1 хвилина	
Тест 30 секунд (test 30)	$E_{qCO_2}$ La
Час відновлення 7 хвилин. Забір крові для виміру лактату – 3 та 5 хвилина, реєструється вищий показник.	
Період стійкого стану	
Степ тест:	
❖ веслувальники: 1 сходинка 150 - Вт, 2 (3, 4 ...) сходинка + 20 Вт; ергометр Dansprint	$E_{qCO_2} SSt$
❖ велосипедисти: 1 сходинка 250 - Вт, 2 (3, 4 ...) сходинка + 50 Вт; ергометр Wattbike	$E_{qO_2^{-1}} SSt$ La $VO_2$ max
Індивідуальне моделювання бою в боксі: три раунди по 3 хвилини; ергометр-тренажер Спудерг	
Час відновлення 7 хвилин. Забір крові для виміру лактату – 3 та 5 хвилина, реєструється вищий показник.	
Період компенсації втоми в процесі виконання навантаження з «критичною» потужністю роботи, тест 120 с	$V_E \cdot VCO_2^{-1} SSt /$ $V_E \cdot VCO_2^{-1} CP$ $V_E \cdot VO_2^{-1} SSt /$ $V_E \cdot VO_2^{-1} CP$ La CP, La CP / La test 30
Тест «критична» потужність, 120 секунд (CP)	
Відновлення ЧСС до $120 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ , реєструється час відновлення.	
Забір крові для виміру лактату – 3 та 5 хвилина, реєструється вищий показник.	

*Контингент.* Кваліфіковані спортсмени, які спеціалізуються у веслуванні на байдарках, спринт 200 м і 500 м:  $24,9 \pm 2,1$  років,  $87,7 \pm 4,6$  кг,  $181,7 \pm 1,9$  см, (n=20); велоспорті, шосе:  $24,5 \pm 2,1$  років,  $74,9 \pm 3,6$  кг,  $177,7 \pm 2,0$  см, (n=20); боксі:  $23,8 \pm 2,4$  років,  $76,5 \pm 3,6$  кг,  $176,7 \pm 1,8$  см, (n=20).

*Статистика.* Для оцінки й аналізу отриманих даних був використаний статистичний пакет (SPSS 10.0) (SPSS 10.0). Описова статистика пропонує виділити середнє арифметичне –  $\bar{x}$  стандартне відхилення - S, а також максимальні (max) та мінімальні (min) індекси, 25% та 75% індекси. Для визначення статистичної достовірності розбіжностей були використані непараметричні критерії Уїлкінсона. Вірогідність помилки при статистичному аналізі на рівні  $p = 0,05$  (рівень значущості).

Для визначення загальних та групових характеристик функціональної підготовленості застосували інструменти формування функціональних моделей

підготовленості. Модельні показники визначені на основі правила трьох сігм [16]. Характеризували модельний ряд групових моделей, які певним чином відображають загальний рівень і властивості показника ( $S < \bar{X} < S$ ). На підставі значень визначених вище показників групового діапазону ( $\bar{X} + S < n_{\max}$ ) був сформований модельний діапазон (індивідуальні моделі), що визначає унікальні властивості функціональної підготовленості спортсменів.

*Етика дослідження.* Всі учасники були проінформовані про вимоги до дослідження, спортсмени та тренери дали свою інформовану письмову згоду на участь. Комітет Національного університету фізичного виховання і спорту України з етики досліджень у дусі Гельсінської декларації схвалив усі процедури.

### Результати дослідження і їх обговорення

Наведені результати статистичного аналізу показників фізіологічного моніторингу (табл. 3).

Таблиця 3

Показники фізіологічного моніторингу «стимул-реакція» працездатності кваліфікованих спортсменів (n=60)

Статистичні показники	EqPaCO <sub>2</sub> test 10	EqCO <sub>2</sub> test 30	La test 30	EqVO <sub>2</sub> SSt	EqCO <sub>2</sub> SSt	La VO <sub>2</sub> max	EqO <sub>2</sub> SSt / EqO <sub>2</sub> CP	EqCO <sub>2</sub> SSt / EqCO <sub>2</sub> CP	La CP	La CP / La test 30
Веслувальники (n=20)										
$\bar{x}$	2,4	34,5	8,5*	39,4	39,0	12,0**	4,5	6,3	17,6***	51,7****
S	0,4	2,9	0,7	1,8	1,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9
min	1,8	29,2	6,9	35,2	34,9	8,9	2,9	4,0	14,8	46,4
max	3,4	40,1	10,3	42,7	41,9	15,2	6,0	8,0	19,2	53,4
25%	2,0	33,42	7,3	36,9	35,9	9,3	3,0	3,3	15,5	49,7
75%	3,1	38,2	9,5	41,3	39,9	14,0	5,2	7,4	18,9	52,9
CV	16,7	8,4	8,2	4,6	4,6	7,5	15,6	14,3	5,1	1,7
Велосипедисти (n=20)										
$\bar{x}$	2,2	33,7	6,0*	38,4	37,9	14,0**	4,0	5,3	19,6***	69,4****
S	0,4	2,1	1,0	1,8	1,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
min	1,7	28,0	4,8	34,1	34,8	11,0	2,2	4,2	16,8	64,1
max	3,3	38,5	7,2	41,6	41,0	16,4	5,6	7,0	21,2	71,4
25%	1,9	31,42	5,1	34,9	33,9	11,9	3,3	3,5	17,8	66,0
75%	3,0	37,1	7,0	40,3	39,4	13,9	5,2	7,2	19,5	70,3
CV	18,2	6,6	16,7	4,7	5,0	6,4	22,5	17,0	5,1	1,4
Боксери (n=20)										
$\bar{x}$	2,3	33,5	8,2*	38,2	37,8	11,6**	5,0	5,2	14,8***	44,6****
S	0,4	3,5	0,7	1,9	1,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0

Статистичні показники	EqPaCO <sub>2</sub> test 10	EqCO <sub>2</sub> test 30	La test 30	EqVO <sub>2</sub> SSt	EqCO <sub>2</sub> SSt	La VO <sub>2</sub> max	EqO <sub>2</sub> SSt / EqO <sub>2</sub> CP	EqCO <sub>2</sub> SSt / EqCO <sub>2</sub> CP	La CP	La CP / La test 30
min	1,7	28,3	7,0	33,1	32,3	8,5	2,4	2,5	11,8	40,7
max	3,3	40,4	10,1	41,8	40,5	13,9	9,1	8,8	17,9	46,2
25%	1,7	31,42	7,3	35,2	34,9	9,2	3,7	4,2	13,2	42,1
75%	3,0	39,0	9,6	40,3	39,8	12,9	8,2	7,9	16,3	44,6
CV	17,4	10,4	8,5	5,0	5,0	8,6	20,0	17,3	6,8	2,2

*Примітка.* відмінності статистично значущі при  $p < 0,05$ : \* – La тест 30 с велосипедистів від веслувальників / боксерів; \*\* La VO<sub>2</sub> max – веслувальники / велосипедисти / боксери; \*\*\* La критична потужність – веслувальники / велосипедисти / боксери; \*\*\*\* La критична потужність / La тест 30 с – веслувальники / велосипедисти / боксери

Звертають на себе увагу дані, які характеризують відмінності і загальні риси функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів в веслування на байдарках (спринтерські дисципліни, 200 м і 500 м), велоспорті (шосейні перегони) і в боксі.

Встановлено відсутність достовірно значущих відмінностей показників швидкої кінетики (EqPaCO<sub>2</sub> test 10 і EqCO<sub>2</sub>), стійкого стану (EqCO<sub>2</sub> і EqO<sub>2</sub>), сталого розвитку реакцій в умовах розвитку і компенсації втоми (EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP і EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP) між представниками досліджуваних груп. Разом з тим, виявлено наявність достовірно значущих відмінностей ( $p < 0,05$ ) потужності гліколітичного енергозабезпечення (La test 30 с) між велосипедистами і веслувальниками (боксерами); характеристиками концентрації лактату крові, при якому спортсмени досягли VO<sub>2</sub> max (La VO<sub>2</sub> max), ємності гліколітичного енергозабезпечення (La CP), спроможності раціонально використовувати анаеробний резерв (La CP / La test 30 с) між усіма категоріями спортсменів.

Водночас показані суттєві відмінності усередині груп за показниками EqPaCO<sub>2</sub> (CV 16,7% – 18,2%), EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP і EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP (CV 17,0% – 22,5%) для всіх категорій спортсменів, що вказує на відсутність наявного методичного підходу до системного розвитку наведених функціональних властивостей спортсменів, і як наслідок на наявність певних резервів спеціальної функціональної підготовленості.

Структура змагальної діяльності і пов'язані з нею функціональні стани, які визначають ступінь напруженості функціонального забезпечення спеціальної працездатності мають певні нормативні (модельні) характеристики реакції КРС і енергозабезпечення. Вони характеризуються певними реактивними властивостями реакції легеневої вентиляції на збільшення PaCO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, концентрації лактату крові.

Отримані результати «стимул – реакція» в умовах модуляції напруження змагальної діяльності в веслуванні на байдарках, велосипедному спорті, боксі дозволили виявити спільні риси і відмінності реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення в умовах спеціалізованих проявів гіпоксії навантаження, гіперкапнії, лактат-ацидозу.



В залежності від структури змагальної діяльності і функціонального забезпечення спеціальної працездатності, кожному виду спорту притаманні певні домінуючі чинники функціональної підготовленості. Такі розбіжності більшою мірою проявляються за значеннями показників структури гліколітичного енергозабезпечення спортсменів.

В таблиці 4 наведені групові і індивідуальні модельні характеристики функціональних можливостей спортсменів (групові і індивідуальні функціональні моделі) в видах спорту, які мають суттєві відмінності за тривалістю, інтенсивністю та темпо-ритмовою структурою змагальної діяльності.

Таблиця 4

Групові та індивідуальні функціональні моделі підготовленості спортсменів в різних видах спорту

Статистичні показники	Веслувальники на байдарка		Велосипедисти		Боксери	
	ГМ*	ІМ*	ГМ	ІМ	ГМ	ІМ
	$S < \bar{x} < S$	$\bar{x} + S < n_{\max}$	$S < \bar{x} < S$	$\bar{x} + S < n_{\max}$	$S < \bar{x} < S$	$\bar{x} + S < n_{\max}$
EqPaCO <sub>2</sub> test 10	2-2,8	2,9-3,4	1,8-2,6	2,7-3,3	1,9-2,7	2,7-3,3
EqCO <sub>2</sub> test 30	31,6-34,4	35,0-40,1	31,6-35,6	35,7-38,5	36,0-38,5	39,0-41,0
La test 30	7,8-9,2	9,3-10,3	5,0-7,0	7,1-7,2	7,5-8,9	9,0-10,1
EqVO <sub>2</sub> SSt	37,6-41,2	41,3-42,7	36,6-40,2	41-41,6	36,3-40,1	40,2-41,8
EqCO <sub>2</sub> SSt	37,2-40,8	41,0-41,9	36,0-39,8	40,0-41,0	35,9-39,7	40,0-41,0
La VO <sub>2</sub> max	11,1-12,9	13,0-15,2	13,1-14,9	15,0-16,4	10,6-12,6	12,7-13,9
EqO <sub>2</sub> SSt / EqO <sub>2</sub> CP	3,8-5,2	5,3-6,0	3,1-4,9	5,0-5,6	4,0-6,0	6,9-9,1
EqCO <sub>2</sub> SSt / EqCO <sub>2</sub> CP	5,4-7,2	7,3-8,0	4,4-6,2	6,3-7,0	4,3-6,1	6,2-8,8
La CP	16,7-18,5	18,6-19,2	18,6-20,6	20,7-21,2	13,8-5,8	16,0-17,9
La test 30 / La CP	50,8-52,6	53-53,4	68,4-70,4	70,5-71,4	43,6-5,6	45,7-46,0

Примітка: \* ГМ – групова модель; \*\* ІМ – індивідуальна модель

На відміну від групових моделей, в яких статистичні розбіжності були незначними, індивідуальні зміни КРС на збільшення P<sub>A</sub>CO<sub>2</sub> в альвеолярному повітрі в тесті 10 секунд (EqPaCO<sub>2</sub>) і на виділення CO<sub>2</sub> в test 30 (EqCO<sub>2</sub>), а також анаеробної гліколітичної потужності (La test 30) формували умови для високої швидкості розгортання механізмів впрацювання, стійкого стану і реакцій розвитку і компенсації втоми. Це підтверджує і доповнює дані наведені в спеціальній літературі [17, 18].

Умовою стійкого стану є підтримання адекватного рівня легеневої вентиляції на виділення CO<sub>2</sub>. Встановлено, що для анаеробного гліколітичного енергопостачання важливим фактором є «переносимість» лактату. Згідно даних Т. Vompa, С. Buzzichelli [4] визначені рівні концентрації лактату, при яких спортсмени досягають VO<sub>2</sub> max. Наведені дані відображають найбільш стабільні характеристики реакції організму на навантаження в умовах стійкого стану у всіх груп спортсменів.

Характеристики сталого розвитку функцій в умовах зростання втоми сформовані на засадах, представлених В. Д. Моногаровим [6]. Автор запропонував визначити рівень компенсаційних можливостей спортсменів на основі порівняння кількісних характеристик стійкого стану і в період зростання напруження функцій при розвиненні втоми. Головним чинником, який визначає рівень компенсаційних можливостей є лінійне збільшення реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу на зростання VCO<sub>2</sub> за умови збереження (збільшення) споживання O<sub>2</sub>. Це визначається різницею зростання EqCO<sub>2</sub> відповідно EqO<sub>2</sub> на 2-3% (не більше 6,0%). Надмірне зростання EqO<sub>2</sub> свідчить про зниження VO<sub>2</sub>, що є важливим чинником ефективного енергозабезпечення

роботи спортсменів. Наведені характеристики функціональних можливостей суттєво доповнюються раціональним використанням анаеробного гліколітичного резерву. Його ефективність визначена за співвідношенням концентрації лактату крові, зареєстрованому в умовах максимальної потужності руху (test 30) і кінцевими значеннями показника (test CP). Співвідношення потужності і ємності анаеробного гліколітичного енергозабезпечення є головним чинником збереження і раціонального використання анаеробного резерву організму в умовах тривалого функціонального напруження навантаження. Це найбільш було виражено у представників велоспорту, де певні оптимальні пропорції показників стійкого стану і компенсації втоми ( $E_{qCO_2}$  і  $E_{qO_2}$ ) супроводжувалися вагомими показниками анаеробної ємності ( $La_{CP}$ ) і анаеробного резерву ( $La_{CP} / La_{test 30}$ ).

Моніторинг функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих веслувальників, велосипедистів і боксерів визначив групові і індивідуальні модельні характеристики реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення в умовах реалізації швидкої кінетики, стійкого стану, розвитку і компенсації втоми. Є певні наративи, що представлені індивідуальні модельні характеристики реакцій вказують на наявні граничні значення показників реакції і визначають функціональні резерви спеціальної підготовленості спортсменів.

### Висновки

1. Результати моніторингу визначили кількісні і якісні характеристики «стимул-реакція» в умовах модуляції функціональних станів – гіпоксії навантаження, гіперкапнії та лактат-ацидозу у кваліфікованих спортсменів. Це дозволило обґрунтувати структуру реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення роботи в умовах зростання напруження функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих спортсменів в веслуванні, велоспорті і в боксі.
2. Встановлено типологічні особливості реакції кардіореспіраторної системи і енергопостачання в умовах моделювання змагальної діяльності у видах спорту, які мають відмінності за структурою функціонального забезпечення спеціальної працездатності. А саме:
  - відсутність достовірно значущих відмінностей показників швидкої кінетики ( $E_{qPaCO_2}$  test 10 і  $E_{qCO_2}$ ), стійкого стану ( $E_{qCO_2}$  і  $E_{qO_2}$ ), сталого розвитку реакцій в умовах розвитку і компенсації втоми ( $E_{qO_2}$  SSt /  $E_{qO_2}$  CP і  $E_{qCO_2}$  SSt /  $E_{qCO_2}$  CP) між представниками усіх досліджуваних груп;
  - наявність достовірно значущих відмінностей ( $p < 0,05$ ) за  $La_{test 30}$  с між велосипедистами і веслувальниками (боксерами);  $La_{VO_2 max}$ ,  $La$  критична потужність,  $La$  критична потужність /  $La_{test 30}$  с між усіма категоріями спортсменів.
  - наявність суттєвих усередині групових відмінностей  $E_{qPaCO_2}$  (CV 16,7% – 18,2%),  $E_{qO_2}$  SSt /  $E_{qO_2}$  CP і  $E_{qCO_2}$  SSt /  $E_{qCO_2}$  CP (CV 17,0% – 22,5%) для всіх категорій спортсменів.
3. Моніторинг кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення визначає резерви функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих спортсменів в веслуванні, боксі і велоспорті. Вони ґрунтуються на граничних значеннях показників (індивідуальних моделях) швидкої кінетики, стійкого стану і сталого розвитку реакцій в умовах моделювання змагальної діяльності, а саме:
  - веслувальники:  $E_{qPaCO_2}$  test 10 – 2,8-3,4 у. о.;  $E_{qCO_2}$  test 30 – 34,4-40,1 у. о.;  $La_{test 30}$  – 9,2-10,3 mmol·l<sup>-1</sup>;  $E_{qVO_2}$  SSt – 41,2-42,7 у. о.;  $E_{qCO_2}$  SSt – 40,8-41,9 у. о.;  $La_{VO_2 max}$  12,9-15,2 mmol·l<sup>-1</sup>;  $E_{qO_2}$  SSt /  $E_{qO_2}$  CP – 5,2-6,0%;  $E_{qCO_2}$  SSt /  $E_{qCO_2}$  CP – 7,2-8,0%;  $La_{CP}$  – 18,5–19,2 mmol·l<sup>-1</sup>;  $La_{CP} / La_{test 30}$  – 52,6–53,4%;

- велосипедисти: EqPaCO<sub>2</sub> test 10 – 2,6-3,3 у. о.; EqCO<sub>2</sub> test 30 – 35,6-35,7 у. о.; La test 30 – 7,0-7,2 mmol·l<sup>-1</sup>; EqVO<sub>2</sub> SSt – 40,2-41,6 у. о.; EqCO<sub>2</sub> SSt – 39,8-41,0 у. о.; La VO<sub>2</sub> max 14,9-16,4 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP – 4,9-5,6%; EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP – 6,2-7,0%; La CP – 20,6-21,2 mmol·l<sup>-1</sup>; La CP / La test 30 – 70,4-71,4%;
  - боксери: EqPaCO<sub>2</sub> test 10 – 2,7-3,3 у. о.; EqCO<sub>2</sub> test 30 – 38,5-41,0 у. о.; La test 30 – 8,9-10,1 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt – 40,1-41,8 у. о.; EqCO<sub>2</sub> SSt – 39,7-41,0 у. о.; La VO<sub>2</sub> max 12,6-13,9 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP – 6,0-9,1%; EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP – 6,1-8,8%; La CP – 15,8-17,9 mmol·l<sup>-1</sup>; La CP / La test 30 – 45,6-46,0%.
4. Групові і індивідуальні модельні показники «стимул-реакція» швидкої кінетики, стійкого стану, сталого розвитку в умовах розвинення і компенсації втоми сформовані відповідно структурі функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих спортсменів в веслуванні, велоспорті і в боксі. Найвні відмінності і загальні риси формують спеціалізовану функціональну спрямованість управління тренувальними і змагальними навантаженнями.

Визначення кількісних і якісних характеристик «стимул-реакція» відповідно ергометричній потужності навантаження, надає нові можливості для обґрунтування умов реалізації фізіологічних стимулів реакції відповідно структурі функціонального забезпечення спеціальної працездатності в конкретному виді спорту. Це є перспективним напрямом дослідження проблеми.

### Список використаної літератури

1. Tomiak, T., Mishchenko, V., Lusenko, E., Diachenko, A., Korol, A. (2014). Effect of moderate and high intensity training sessions on cardiopulmonary chemosensitivity and time-based characteristics of response in high performance paddlers. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 6(3):218-28.
2. Hommel, J., Öhmichen, S., Müller, U. M. et al. (2019). Effects of six-week sprint interval or endurance training on calculated power in maximal lactate steady state. *Biol Sport*. 36(1):47–54.
3. Diachenko, A., Pengcheng, G., Yevpak, N., Rusanova, O., Kiprych, S. (2021). Neurohumoral Components of Rapid Reaction Kinetics of the Cardio-Respiratory System of Kayakers. *Sport Mont*. 19(S2):29-33.
4. Bompa T., Buzzichelli C. (2018). *Periodization-6th Edition: Theory and Methodology of Training, Human Kinetics*. 392.
5. Daniels, J. (2001). Aerobic capacity for endurance. In: Foran B, editor. *High-performance sports conditions. Modern training for ultimate athletic development. Human kinetics*, 193-213.
6. Моногаров В. Д. Развитие и компенсация утомления при напряженной мышечной деятельности. Теория и практика физ. культуры. 1990. № 4. С. 43–46.
7. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов. *Здоровье*, 1990. 200 с.
8. Филиппов М. Условия образования и переноса углекислого газа в процессе мышечной деятельности. *Наука в олимпийском спорте*. 2019. № 4. С. 17–23.
9. Whipp, B. J., Ward, S. A., Rossiter, H. B. (2005). Pulmonary O<sub>2</sub> Uptake during Exercise: Conflating Muscular and Cardiovascular Responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1574-1585.
10. Лысенко О. Физиологическая реактивность и соотношение «стимул-реакция» в условиях физических нагрузок разного характера. *Физическое воспитание, спорт и культура здоровья в современном обществе: сборник научных трудов*. 2015. 2(30). С. 136–143.
11. Garnacho-Castaño, M. V., Albesa-Albiol, L., Serra-Payá, N., Bataller, M. G., Felú-Ruano, R., Cano, L. G., Cobo, P. E., Maté-Muñoz, J. L. (2019). The Slow Component of Oxygen Uptake and Efficiency in Resistance Exercises: A Comparison with Endurance Exercises. *Front Physiol*. 10:357.
12. Го Пенчен, Кун Сянлинь, Дьяченко А. Функциональная подготовка спортсменов в водных видах спорта. *НПФ Славутич-Дельфин*. 2021, 244 с.
13. Ozkaya, O, Balci, GA, As H, Yildiztepe, E (2021). A new technique to analyse threshold-intensities based on time dependent change-points in the ratio of minute ventilation and end-tidal partial pressure of carbon-dioxide production. *Respir Physiol Neurobiol*. 294:103735.
14. Mischenko, V, Monogarov, V. (1995). *Physiology del deportista*. Editorial Paidotribo, 328.
15. Мищенко В. С., Лысенко Е. Н., Виноградов В. Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как открытие адаптации к напряженной физической тренировке в спорте: монография : *Научный мир*. 2007, 351 с.
16. Pukelsheim, F. (1994). The Three Sigma Rule. *American Statistician*. 48: 88–91.

17. Liu, Y, Steinacker, J. M., Stauch, M. (1995). Does the threshold of transcutaneous partial pressure of carbon dioxide represent the respiratory compensation point or anaerobic threshold? *Eur J Appl Physiol.* 71(4): 326-31.
18. Vilaça-Alves, J., Freitas, N. M, Saavedra, F. J., Scott, C. B., dos Reis V. M., Simão, R., Garrido, N. (2016). Comparison of oxygen uptake during and after the execution of resistance exercises and exercises performed on ergometers, matched for intensity. *Journal of Human Kinetics.* 1(53):179-187.

### References

1. Tomiak, T., Mishchenko, V., Lusenko, E., Diachenko, A., Korol, A. (2014). Effect of moderate and high intensity training sessions on cardiopulmonary chemosensitivity and time-based characteristics of response in high performance paddlers. *Baltic Journal of Health and Physical Activity.* 6(3):218-28.
2. Hommel, J., Öhmichen, S., Müller, U. M. et al. (2019). Effects of six-week sprint interval or endurance training on calculated power in maximal lactate steady state. *Biol Sport.* 36(1):47-54.
3. Diachenko, A., Pengcheng, G., Yevpak, N., Rusanova, O., Kiprych, S. (2021). Neurohumoral Components of Rapid Reaction Kinetics of the Cardio-Respiratory System of Kayakers. *Sport Mont.* 19(S2):29-33.
4. Bompa, T., Buzzichelli, C. (2018). *Periodization-6th Edition: Theory and Methodology of Training, Human Kinetics.* 392.
5. Daniels, J. (2001). Aerobic capacity for endurance. In: Foran B, editor. *High-performance sports conditions. Modern training for ultimate athletic development. Human kinetics,* 193-213.
6. Monogarov, V. D. (1990). Razvytye y kompensatsyya utomlenyya pry napryazhennoy myshechnoy deyatelnosti. *Teoriya y praktyka fiz. kultury.* 4: 43-46.
7. Mishchenko, V. S. (1990). Funktsyonalnye vozmozhnosti sportsmenov. *Zdorove.* 200.
8. Filippov, M. (2019). Uslovyia obrazovaniya y perenosa uglekyslogo gaza v protsesse myshechnoy deyatelnosti. *Nauka v olimpiyskom sporte.* 4:17-23.
9. Whipp, B. J., Ward, S. A, Rossiter, H. B. (2005). Pulmonary O<sub>2</sub> Uptake during Exercise: Conflating Muscular and Cardiovascular Responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1574-1585.
10. Lysenko, O. (2015). Fyziologicheskaya reaktivnost y sootnosheniye «stymul-reaktsyya» v uslovyakh fizycheskykh nagruzok raznogo kharaktera. *Fyzicheskoe vospytanye, sport y kultura zdorovya v sovremennom obschestve: sbornik nauchnykh trudov.* (2(30):136-143.
11. Garnacho-Castaño M. V., Albesa-Albiol L., Serra-Payá N., Bataller M. G., Felú-Ruano R., Cano, L. G, Cobo, P. E, Maté-Muñoz, J. L. (2019). The Slow Component of Oxygen Uptake and Efficiency in Resistance Exercises: A Comparison with Endurance Exercises. *Front Physiol.* 10:357.
12. Guo, P., Kong, X., Dyachenko, A. (2021). Funktsyonalnaya podgotovka sportsmenov v vodnykh vydakh sporta. *NPF Slavutych-Delfyn,* 244.
13. Ozkaya, O., Balci, GA, As H, Yildiztepe, E. (2021). A new technique to analyse threshold-intensities based on time dependent change-points in the ratio of minute ventilation and end-tidal partial pressure of carbon-dioxide production. *Respir Physiol Neurobiol.* 294:103735.
14. Mischenko, V., Monogarov, V. (1995). *Physiology del deportista. Editorial Paidotribo,* 328 p.
15. Mishchenko, V. S, Lysenko, E. P., Vynogradov, V. E. (2007). Reaktivnye svoystva kardyorespyratornoy systemy kak otkrytye adaptatsyy k napryazhennoy fizycheskoy trenirovke v sporte: monografiya. *Nauchnyy myr,* 351.
16. Pukelsheim, F. (1994). The Three Sigma Rule. *American Statistician.* 48: 88-91.
17. Liu, Y, Steinacker, J. M., Stauch, M. (1995). Does the threshold of transcutaneous partial pressure of carbon dioxide represent the respiratory compensation point or anaerobic threshold? *Eur J Appl Physiol.* 71(4): 326-31.
18. Vilaça-Alves, J., Freitas, N. M, Saavedra, F. J., Scott, C. B., dos Reis V. M., Simão, R., Garrido, N. (2016). Comparison of oxygen uptake during and after the execution of resistance exercises and exercises performed on ergometers, matched for intensity. *Journal of Human Kinetics.* 1(53):179-187.

***Diachenko O. A., Filippov M. M., Ilyin V. M., Guo Renhao. Monitoring of the functional ensure of qualified athletes' special workability.***

***Introduction.*** The article is devoted to search for functional reserves of special physical fitness athletes.

***Purpose.*** The purpose of the work was to determine the physiological load characteristics of the body in conditions of simulation of functional states of hypoxia, lactic acidosis and associated hypercapnia in qualified athletes.

***Material and methods.*** Contingent: qualified athletes who specialize in: rowing on kayaks, sprint (n=20); boxing (n=20); cycling, road racing (n=20). Research equipment: metabolimeter

*Oxycon mobile (Jaeger), determining blood lactate concentration instrument "Biosen S. line lab+", ergometers Dansprint (kayaking), Wattbike (cycling), Spuderg (boxing).*

**Results.** *The typological features of the cardiorespiratory and energy supply system reaction in conditions of high physiological load in kayaking, cycling and boxing have been established.*

*The general features are based on the fact that the group indicators of fast kinetics (EqPaCO<sub>2</sub> test 10 and EqCO<sub>2</sub> test 30), steady state (EqCO<sub>2</sub> and EqO<sub>2</sub>), stability in the conditions of development and fatigue compensation (EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP and EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP) among athletes of different studied groups are not observed. Reliably significant differences (p<0.05) of group indicators of glycolytic energy supply of athletes in different sports (La test 30, La VO<sub>2</sub> max, La CP, La CP / La test 30), as well as the presence of significant individual differences in indicators of the cardiorespiratory system response among representatives of certain sports (EqPaCO<sub>2</sub> (CV 16.7%–8.2%), EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP and EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP (CV 17.0%–22.5%) indicate specialized functional manifestations.*

*Monitoring of the cardiorespiratory system and energy supply determined the values of the indicators that form the reserves of the functional support of the special working capacity of qualified athletes in kayak: EqPaCO<sub>2</sub> test 10 – 2,8-3,4 c. u.; EqCO<sub>2</sub> test 30 – 34,4-40,1 c. u.; La test 30 – 9,2-10,3 mmol·l<sup>-1</sup>; EqVO<sub>2</sub> SSt – 41,2-42,7 c. u.; EqCO<sub>2</sub> SSt – 40,8-41,9 c. u.; La VO<sub>2</sub> max 12,9-15,2 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP – 5,2-6,0%; EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP – 7,2-8,0%; La CP – 18,5–19,2 mmol·l<sup>-1</sup>; La CP / La test 30 – 52,6–53,4%.*

*In cycling (road racing): EqPaCO<sub>2</sub> test 10 – 2,6-3,3 c. u.; EqCO<sub>2</sub> test 30 – 35,6-35,7 c. u.; La test 30 – 7,0-7,2 mmol·l<sup>-1</sup>; EqVO<sub>2</sub> SSt – 40,2-41,6 c. u.; EqCO<sub>2</sub> SSt – 39,8-41,0 c. u.; La VO<sub>2</sub> max 14,9-16,4 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP – 4,9-5,6%; EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP – 6,2-7,0%; La CP – 20,6-21,2 mmol·l<sup>-1</sup>; La CP / La test 30 – 70,4-71,4%.*

*In boxing: EqPaCO<sub>2</sub> test 10 – 2,7-3,3 c. u.; EqCO<sub>2</sub> test 30 – 38,5-41,0 c. u.; La test 30 – 8,9-10,1 mmol·l<sup>-1</sup>; EqVO<sub>2</sub> SSt – 40,1-41,8 c. u.; EqCO<sub>2</sub> SSt – 39,7-41,0 c. u.; La VO<sub>2</sub> max 12,6-13,9 mmol·l<sup>-1</sup>; EqO<sub>2</sub> SSt / EqO<sub>2</sub> CP – 6,0-9,1%; EqCO<sub>2</sub> SSt / EqCO<sub>2</sub> CP – 6,1-8,8%; La CP – 15,8-17,9 mmol·l<sup>-1</sup>; La CP / La test 30 – 45,6-46,0%.*

**Originality.** *A new approach to assessing the functional capabilities of athletes*

**Conclusions.** *As a result of functional monitoring of qualified kayakers, cyclists and boxers' special performance was determined group and individual model characteristics of the cardiorespiratory system response and energy supply in the conditions of implementation of fast kinetics, steady state, development and compensation of fatigue. The available limit values of the reaction indicators determine the functional reserves of athletes special performance.*

**Key words:** *monitoring, functional capabilities, special performance, "stimul-response", kayak, cycling, box.*

Одержано редакцією 26.04.2023  
Прийнято до публікації 10.05.2023

УДК 612.821

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-46-57

**Коваль Юлія Віталіївна**

викладач, НДІ фізіології імені М. Босого,

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,

uyla0077@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7160-5240>

**Юхименко Лілія Іванівна**

докторка біологічних наук, доцентка, кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації,

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,

liyukhimenko@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4455-6233>

**Чистовська Юлія Юріївна**

доктор психологічних наук, професор, завідувач кафедри психології,

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,

j.chystovska@ukr.net,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7817-1967>

**Палійчук Ольга Володимирівна**

доктор медичних наук, професор кафедри фундаментальної медицини,

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,

oncology@2upost.com,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8782-7956>

## **ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТАТОКІНЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ У ОСІБ З ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХОВОЇ ФУНКЦІЇ**

*Методикою стабілографії у осіб 8-17 років з депривацією слухової функції та нормальним слухом проведено дослідження динаміки статокінетичної стійкості та встановлено особливості її формування. За показниками коефіцієнту функції рівноваги, довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси виявлено, що статокінетична стійкість у дітей, підлітків та юнаків з депривацією слухової функції, а також з нормальним слухом поступово розвивається та досягає максимальних значень у 16-17 років. У групах 14-15 та 16-17 років обстежувані з нормальною слуховою функцією характеризувались вищим рівнем та випереджаючим розвитком статокінетичної стійкості, порівняно їх однолітків з депривацією слухової функції.*

***Ключові слова:** стабілографія; статокінетична стійкість; коефіцієнт функції рівноваги; депривація слухової функції; онтогенез.*

### **Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Роботами нобелівських лауреатів Д. Хьюбела та Т.Н. Візела на моделях зорової депривації з участю тварин вперше було доведено високу пластичність структурно-функціональної реорганізації функціональних систем до змінених сенсорних умов існування на ранніх етапах постнатального розвитку [1]. З того часу накопичено багато даних щодо структурно-функціональної реорганізації деаферентованої сенсорної системи як у тварин, так і людей [2; 3; 4]. Разом з тим, не дивлячись на результати досліджень, що свідчать про високу структурно-функціональну інтеграцію та пластичність сенсорних систем, їх механізми на різних рівнях організації живої матерії все ще залишаються не повністю розкритими.

Відомо, що сенсорні системи організму відповідальні за психофізичний статус людини. Одною з провідних адаптаційних властивостей є здатність до зберігання рівноваги (вестибулярна стійкість). Почуття рівноваги і координації визначають

можливість людини до найбільш раціональної побудови цілісних рухових актів та перетворення вироблених форм рухів відповідно до умов і специфіки виду діяльності, що змінюються. Виключення будь-якого з аферентаційних каналів призводить до аномального розвитку [5].

Встановлено, що втрата слуху затримує не тільки формування словесної мови, пізнавальної діяльності, але й призводить до затримки розвитку основних рухових якостей, порушує координацію рухів, уповільнює швидкість їх виконання, спричинює просторову дезорієнтацію, нерівномірність розподілу зусиль, а також труднощі у збереженні статичної та динамічної рівноваги [6; 7].

Фізичний розвиток дітей, підлітків та юнаків зі слуховою депривацією має деяку своєрідність, причинами якої є перенесені захворювання, соматичне ослаблення. У них відзначаються більш низькі в порівнянні з особами, що нормально чують, показники росту, маси тіла, окружності грудної клітки, м'язова слабкість, зниження тону м'язів [8; 9].

Оскільки слабкочуючі та глухі особи відстають у темпах біологічного дозрівання, у них спостерігаються порушення в діяльності серцево-судинної і дихальної систем, мають місце відхилення у функціях опорно-рухового апарату [10; 11].

Обмежений обсяг інформації при порушенні одного або декількох аналізаторів створює специфічні умови розвитку психіки дитини. Виключення або зниження функції органів слуху як результат уродженої або набутої у ранньому дитинстві глухоти чи приглухуватості позбавляє дитину одного з найважливіших джерел інформації, видозмінюючи її пізнавальну діяльність [12]. Порушення в руховій сфері осіб з депривацією слухової функції можуть бути обумовлені загальними причинами: структурою слухового дефекту, недостатністю мовної функції, скороченим об'ємом інформації, станом рухового аналізатора, ступенем функціональної активності вестибулярного аналізатора. У осіб з рано придбаними чи уродженими недоліками слуху статичні і локомоторні функції відстають у своєму розвитку. Вони часто не володіють тим руховим досвідом, що є у здорових однолітків: не вміють швидко бігати, стрибати, повзати, робити найпростіші рухи. [13]. Водночас, сформовані рухи характеризуються порушенням координації, орієнтування в просторі, острахом висоти, сповільненістю і скутістю. Найбільша своєрідність у розвитку рухових якостей у осіб з порушеннями слуху відзначається в рівнях швидкісних якостей та рівноваги [14].

Для осіб з депривацією слухової функції притаманними є порушення дрібної моторики, що негативно проявляються в оволодінні різними видами діяльності. Виконання багатьох рухів створює зайвий шум. Депривація слухової функції проявляється у руховій сфері уповільненням та неритмічністю рухів, хиткою ходою, човганням ніг, не координованістю та незграбністю, підвищеною різкістю рухів, асиметрією кроків, похитуванням корпусу. Особливо страждають через втрату слуху координаційні здібності: швидкість реакції, точність, темп, диференціювання часу і простору [15].

Попередні дослідження свідчать про те, що особи із залишковим слухом можуть мати високий ризик розвитку порушень рівноваги [16]. Разом з тим, на тепер в літературі недостатньо даних про особливості статокінетичної стійкості у осіб з депривацією слухової функції. Це робить проблему актуальною з огляду на те, що відомості про формування статокінетичної стійкості у осіб з вадами слуху можуть дозволити скорегувати вже існуючі лікувальні практики, розробити спеціальні методи і прийоми адаптивного фізичного виховання, як важливих корекційних засобів.

У той же час залишається незрозумілим, чи можливим є формування структурно-функціональної сенсорно-моторної інтеграції за умов обмеженої слухової аферентації? Як співвідносяться процеси удосконалення статокінетичної стійкості за умов депривації

слухової функції з загальними механізмами нейроонтогенезу? Чи мають процеси структурно-функціональної інтеграції статокінетичної стійкості у осіб з депривацією слухової функції вікові особливості? У зв'язку з цим, **метою нашої роботи** було виявити особливості формування статокінетичної стійкості у осіб різного віку з депривацією слухової функції.

### **Матеріали та методи дослідження**

У дослідженні прийняли участь 62 особи 8-17 років з депривацією слухової функції (слабкочуючі та з повною глухотою) та 82 практично здорових їх однолітків. Дослідження за участю осіб з слуховою депривацією проводились на базі Черкаського навчально-реабілітаційного центру «Країна добра». Практично здорові школярі були учнями загальноосвітніх шкіл м. Черкаси. Для дослідження вікової динаміки порівнювали групи дітей, підлітків та юнаків обох статей. Участь в експерименті була добровільною і відповідала нормам біоетики Хельсінської декларації (1964 р та всіх її редакцій включно з останньою 2000 р.). Обстежувані були поінформовані, а вони самі та їх батьки дали згоду на участь у дослідженні.

Статокінетичну стійкість визначали на стабільній платформі (40x40 см) стабілографа («МПФИ стабілограф-1»), і пакета програмного забезпечення StabiliS. Під час тестування обстежувані упродовж 1 хвилини повинні були підтримували зручну вертикальну позу, проводили три проби, обирали найкращий результат. За цих умов стопи обстежуваних знаходилися в зручному положенні і були розгорнуті по відношенню одна до одної на кут  $20^{\circ}$ , а між п'ятками зберігалась відстань у 6 см. При обстеженні кожної особи проводили три проби та обирали найкращий результат.

Статокінетичну стійкість, як показник функціонального стану систем регуляції рухових функцій та протистояння до коливань, оцінювали за показником коефіцієнту функції рівноваги (КФР, %), довжини траєкторії коливання центру тиску (Length, мм) та швидкості переміщення центру маси тіла (AvgSpeed, мм/с.), що вираховувались приладом автоматично.

Результати дослідження опрацьовані з використанням програми Microsoft Excel. Достовірність різниць між вибірками оцінювали за критерієм Стьюдента. Значимість вірогідних значень приймалась  $p < 0.05$ .

### **Результати та їх обговорення**

Відповідно до теорії функціональних систем, організм людини є складною ієрархією організації різноманітних систем, що взаємодіють між собою. В основі цієї взаємодії лежить принцип домінанти, за яким у певний момент життєдіяльності організму переважає одна провідна функціональна система, а інші системи співвідносяться у певному порядку для отримання загального кінцевого корисного результату. У всіх випадках при переміщеннях тіла в просторі відбувається подразнення комплексу аналізаторів, що створюють статокінетичну функціональну систему. Отже, чим вище сенсомоторна інтеграція, тим менше ступінь коливання тіла і вищі показники статокінетичної стійкості.

В ході наших досліджень статокінетичної стійкості на стабілографі у дітей, підлітків та юнаків з депривацією та нормальною слуховою функцією виявлено значну індивідуальну варіацію показників КФР у діапазоні від 46% до 87%. Так, низький показник КФР був встановлений у обстежуваного 8-ми років з депривацією слухової функції, який сягав 46%. Високим цей показник виявився у обстежуваного юнака 17-ти років з нормальною слуховою функцією та дорівнював 87%.

Оскільки індивідуальні варіації показника статокінетичної стійкості знаходились у зазначених межах, було цікаво зробити диференційовану оцінку кількісних і якісних характеристик розподілу КФР у досліджуваних вікових групах дітей, підлітків та юнаків з нормальною та депривацією слухової функції. Для цього ми використали технологію



диференційних шкал. Відносні значення розподілу показників КФР на групи були отримані на основі їх характеристик з урахуванням величини середньоквадратичного відхилення ( $\sigma$ ) від середнього статистичного. Також ми вираховували градації значення  $X_i$  показників для кожного функціонального класу. На основі результатів дослідження вбуло визначено межі для розподілу обстежуваних на групи, які включають три рівні функціонального стану статокінетичної стійкості. Високий рівень, який вираховувався –  $X_i \leq X - \sigma$ , середній –  $X - 0,25\sigma \leq X_i \leq X \pm 0,25\sigma$  та низький –  $X + \sigma \leq X_i$ .

Така діагностика та оцінка за показником КФР дозволила виявити і представити кількісну і якісну характеристику статокінетичної стійкості обстежуваних у різних вікових групах. Так, за запропонованими нами шкалами до групи з високим рівнем сенсомоторної стійкості були віднесені обстежувані, які мали показники КФР на рівні 87%-74%. Групу із середнім рівнем статокінетичної стійкості склали особи, у яких показники КФР перебували у межах 73%-60%. А до групи з низьким рівнем статокінетичної стійкості були включені особи з показниками КФР нижче за 59%.

Шкали оцінок та розподіл обстежуваних по кожному функціональному класу статокінетичної стійкості у обстежуваних з нормальним слухом та депривацією слухової функції різного віку представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл обстежуваних за показниками різного рівня статокінетичної стійкості у вікових групах дітей, підлітків та юнаків з депривацією та нормальним слухом.

Рівні статокінетичної стійкості	Групи обстежуваних	Вікові групи, роки				
		8-9	10-11	12-13	14-15	16-17
Високий	Нормальний слух	17	20	23	25	27
	Депривація слухової функції	10	12	14	16	18
Середній	Нормальний слух	56	55	54	53	52
	Депривація слухової функції	55	54	54	54	53
Низький	Нормальний слух	27	25	23	22	21
	Депривація слухової функції	35	34	32	30	29

Необхідно підкреслити, що результати таблиці демонструють особливості становлення статокінетичної стійкості за результатами розподілу у різних вікових групах дітей, підлітків та юнаків. З неї видно, що найбільша кількість обстежуваних була віднесена до групи з середнім рівнем статокінетичної стійкості. Більшість обстежуваних різного віку як з нормальним слухом, так і з депривацією слухової функції склали групу з середнім рівнем КФР. У різних вікових групах цей показник був у межах 52-56%. Тоді як серед осіб з високими і низькими значеннями КФР відзначалась їх значно менша кількість, спостерігалась залежність від віку та стану слухової функції. Так, серед обстежуваних з депривацією слухової функції кількість осіб з низьким рівнем КФР з віком поступово зменшувалась від 35% у 8-9 років до 29% у віковій групі юнаків 16-17 років. А серед обстежуваних з нормальним слухом від 27% у дітей 8-9 років до 21% у групі юнаків 16-17 років. Необхідно підкреслити, що в кожній віковій групі осіб з низькою градацією статокінетичної стійкості було більше серед обстежуваних з депривацією слухової функції, ніж їх однолітків з нормальним слухом.

Разом з тим, представництво обстежуваних з високим рівнем статокінетичної стійкості у досліджуваних вікових групах була інша. Так, серед обстежуваних з

депривацією слухової функції питома вага осіб з високим рівнем КФР з віком поступово зростала від 10% у 8-9 років до 18% у віковій групі юнаків 16-17 років. Кількість обстежуваних з нормальним слухом, які мали високий рівень статокінетичної стійкості також з віком поступово зростала від 17% у дітей 8-9 років до 27% у групі юнаків 16-17 років. Необхідно відмітити і той факт, що серед осіб з високою градацією статокінетичної стійкості обстежуваних саме з нормальною слуховою функцією було більше, ніж серед осіб з депривацією слухової функції.

Наведені результати демонструють залежність статокінетичної стійкості від вікових особливостей та стану слухової функції обстежуваних. У той же час, з результатів розподілу обстежуваних за рівнем статокінетичної стійкості, що наведені вище залишається незрозумілим, чи виникає структурно-функціональна сенсорно-моторна інтеграція за умов обмеженої слухової аферентації і чи знаходиться вона у залежності від віку обстежуваних та стану слухової функції, і які її вікові особливості.

Для уточнення виявлених особливостей утримання рівноваги ми провели аналіз середніх значень коефіцієнту функції рівноваги, довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси. В табл. 2 представлено результати виконання моторного завдання, яке полягало в утриманні вертикального положення тіла стоячи на стабільній платформі стабілографа у здорових дітей, підлітків та юнаків і у їх однолітків з депривацією слухової функції.

Таблиця 2

Результати виконання моторного завдання з утримання рівноваги на стабільній платформі стабілографа у здорових та осіб з депривацією слухової функції.

Вік, роки	Групи обстежуваних	Показники стабілографії		
		KFR, %	Length, мм	AvgSpeed, мм/с
8-9	Нормальний слух	64,9	652	10
	Депривація слухової функції	63,5	677,2	11,3
10-11	Нормальний слух	74,3	604,3	9,4
	Депривація слухової функції	73,9	646,2	10,4
12-13	Нормальний слух	77,2	534,1	8,9
	Депривація слухової функції	74,6	605,8	9,8
14-15	Нормальний слух	81,1	491,2	8,2
	Депривація слухової функції	76,6*	582,7*	9,2
16-17	Нормальний слух	84,4	426,4	5,5
	Депривація слухової функції	79,1*	468	7,1*

Примітка. \* - достовірність різниць  $p < 0,05$  між показниками здорових та осіб з депривацією слухової функції в межах своєї вікової групи.

За середніми показниками статокінетичної стійкості було виявлено особливості динаміки статокінетичної стійкості у дітей, підлітків та юнаків з різним статусом слухової функції.

Проведений статистичний аналіз та співставлення КФР, довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси між групами здорових та осіб з депривацією слухової функції виявило, що завдання на рівновагу на стабільній платформі стабілографа характеризується високим моторним автоматизмом. Встановлено поступове підвищення з віком показників статокінетичної стійкості та характеристик функції рівноваги, як у здорових, так і осіб з депривацією слухової функції.

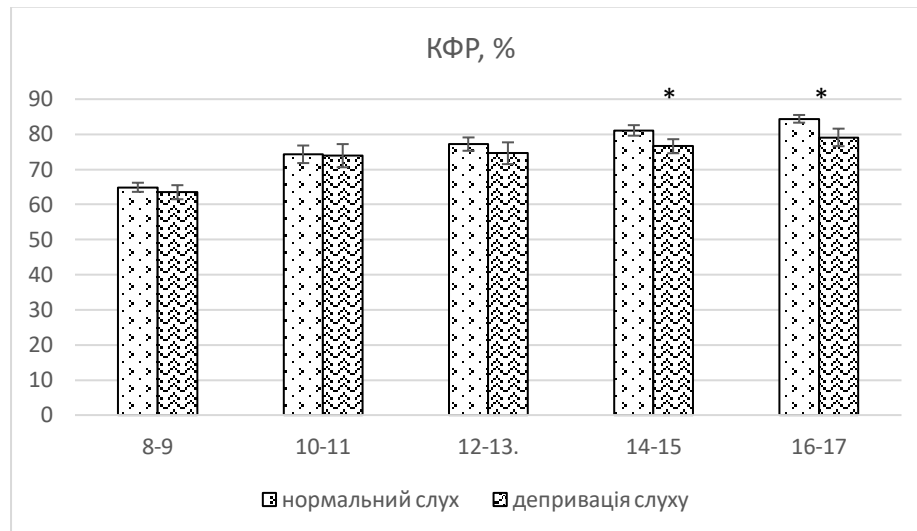
Ми виявили, що здатність утримувати рівновагу як у здорових осіб так і у осіб з порушеннями слуху на стабільній платформі стабілографа з віком поступово зростає, про що свідчать результати поступового підвищення КФР, зменшення значень довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси. Крім того, у здорових осіб показники КФР у всіх обстежуваних вікових групах були вищими, а довжина траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси нижчими, ніж у однолітків з слуховою депривацією. Разом з тим, результати дослідження утримання рівноваги за показником КФР показали відсутність достовірних відмінностей поміж груп обстежуваних з нормальним слухом у віці 8-9, 10-11, 12-13 років та їх однолітків з депривацією слухової функції. Також встановлено відсутність достовірних відмінностей значення довжини траєкторії коливання центру тиску між групами обстежуваних у віці 8-9, 10-11, 12-13 та 16-17 років. Співставлення швидкості переміщення центру маси у здорових осіб та у осіб з депривацією слухової функції виявило відсутність достовірних відмінностей у вікових групах 8-9, 10-11, 12-13 та 14-15 років ( $p > 0,05$ ).

Для подальшого аналізу вікових особливостей статокінетичної стійкості ми використали стабілометричний показник - коефіцієнт функції рівноваги (КФР), як такий, що найбільш якісно та інформативно характеризує закладену генетично індивідуальну якість.

Внутрішньогрупові порівняння у дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом та слуховою депривацією виявили схожу вікову динаміку показників КФР у дітей 8-9, підлітків 10-11 та 12-13 років, а також нижчий рівень статокінетичної стійкості порівняно з контролем у підлітків 14-15 та юнаків 16-17 років ( $p < 0,05$ ). Результати дослідження статокінетичної стійкості дітей, підлітків та юнаків у осіб з депривацією та нормальним слухом за умов виконання завдання з утримання вертикального положення тіла стоячи на стабільній платформі стабілографа представлені на рисунку 1.

Отже, у дітей підлітків та юнаків з депривацією слухової функції спостерігали однаковий з особами контрольної групи рівень статокінетичної стійкості у групах обстежуваних 8-13 років. Статистично значущі відмінності показників КФР були виявлені тільки у вікових групах підлітків 14-15 та юнаків 16-17 років. Наведені результати дають нам підстави вважати, що удосконалення статокінетичної стійкості знаходиться під контролем генорегуляторних механізмів онтогенезу. А нижчий рівень та відтермінований характер удосконалення статокінетичної стійкості у групі підлітків 14-15 та юнаків 16-17 років з депривацією слухової функції, можливо вказує на те, що слухова дисфункція не чинить істотного впливу і лише вносить корективи у генетичну програму розвитку та удосконалення цієї властивості.

Враховуючи те, що показники статокінетичної стійкості у вікових групах дітей 8-13 років були аналогічними, як для нормальнослухових обстежуваних, так і з слуховою депривацією, а також те, що вони поступово з віком підвищувались, можна припустити, що статокінетична стійкість обумовлена посиленням інтеграційних процесів у сенсорних системах (зоровій, вестибулярній, моторній), що беруть участь в обробці різномодальної інформації.



**Рис.1.** Вікові особливості статокінетичної стійкості на стабільній платформі стабілографа у осіб з депривацією та нормальною слуховою функцією; \* – статистична вірогідність різниць між обстежуваними з депривацією та нормальною слуховою функцією,  $p < 0,05$ .

Наведені дані дають підстави вважати, що слухова депривація відображається на координаційних здібностях, оскільки вони реалізуються на аномальній основі сенсорних систем, які беруть участь у керуванні рухами. Тому специфічні координаційні здібності у осіб із порушеннями слуху, такі як: здатність орієнтуватися в просторі, диференціювати параметри рухів, підтримувати рівновагу, ритм і вестибулярну стійкість, проходять процес формування та становлення більш складно і тривало, ніж це відбувається у осіб із нормальним слухом [17].

Встановлено, що слухова депривація призводить до функціональної реорганізації статокінетичної стійкості дітей, підлітків та юнаків. Для підлітків та юнаків із депривацією слухової функції притаманний стан напруження механізмів статокінетичної стійкості та постійний перебіг мультисенсорних інформаційних процесів. Депривація слухової функції у підлітків та юнаків викликала значні зміни у сенсорно-моторній інтеграції систем, що беруть участь у підтриманні рівноваги, тоді як серед нормальнослухуючих осіб вікова динаміка формування статокінетичної стійкості відповідає віковим стандартам.

За умов сенсорно-моторної інтеграції у юнаків з депривацією слухової функції поряд з адекватними віковими змінами статокінетичної стійкості, спрямованими на покращення функції рівноваги, ми спостерігали недостатність контролюючо-виконавчих систем. Депривація слухової функції ускладнювала процес сенсорно-моторної інтеграції, спрямованого на утримання рівноваги на стабілографічній платформі у порівнянні з однолітками, що мали нормальну слухову функцію.

Показано, що у юнаків з депривацією слухової функції в процесі онтогенезу сенсорно-моторної інтеграції слухова система не може приймати повноцінну участь у сенсомоторній інтеграції та дискримінації просторо-часових сигналів, викликаних відхиленням тіла у просторі.

Зазначене дозволяє припустити наявність різних механізмів крос-модальної взаємодії у осіб з депривацією слухової функції та осіб з нормальним слухом. У дітей з депривацією слухової функції 8-9 та підлітків 10-11 років ми спостерігали, що сенсомоторна інтеграція дозволяла обробляти немодальні сигнали, а саме неспецифічну інформацію про статокінетичну стійкість. У більш старшому підлітковому 14-15 та

юнацькому віці 16-17 років таке взаємодоповнення було відсутнє і механізми сенсомоторної інтеграції були не в змозі компенсувати деаферентовану слухову систему, що знижувало статокінетичну стійкість у осіб з депривацією слухової функції. Водночас, у нормальночуючих обстежуваних на всіх етапах онтогенезу спостерігалась узгоджена сенсомоторна інтеграція в обробці неспецифічних сигналів, у томі числі і статокінетичної стійкості.

Отже, результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що вікова динаміка статокінетичної стійкості осіб з депривацією слухової функції і осіб з нормальним слухом має загальну тенденцію до удосконалення. Ймовірно, що у формуванні статокінетичної стійкості віковим характеристикам та стану дисфункції слухового аналізатора належить вирішальна роль. Також очевидним є те, що у осіб з депривацією слухової функції статокінетична стійкість є нижчою, ніж у осіб з нормальним слухом. Наші результати співзвучні з даними, отриманими і в інших дослідженнях, які характеризують здатність дітей із порушенням слуху до збереження стійкості статичної пози як гірші, ніж у їх однолітків з нормальним слухом [18].

Слід підкреслити, що слухова система спеціалізується на часових параметрах стимуляції, а зорова – на просторових. Ми переконані, що статокінетична стійкість має просторово-часові координати, тому утримання постави на стійкій платформі стабілографа є результатом взаємодії часових і просторових характеристик сигналу. Тому отримані нами кращі результати сенсомоторної інтеграції у чуючих, ймовірно, є результатом узгодженої крос-модальної діяльності слухової і зорової систем. І навпаки, у осіб з депривацією слухової функції така крос-модальна взаємодія зорової, слухової та інших систем ускладнена, отже проявлялась нижчими показниками коефіцієнту функції рівноваги, довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси тіла. Значуща закономірність в нашому дослідженні мала місце у вікових групах 14-15 та 16-17 років.

Таким чином, особливості розвитку сенсомоторних функцій, які були нами виявлені під час дослідження вказують на те, що статокінетична стійкість забезпечується різними структурами та механізмами, які змінюються в онтогенезі. На нашу думку, удосконалення статокінетичної стійкості в онтогенезі являє собою узгоджену генетично детерміновану програму, що її забезпечує. Депривація слухової функції чинить негативний вплив на віковий розвиток та удосконалення статокінетичної стійкості.

Проведені на сьогоднішній день дослідження виявили, що обстежувані з депривацією слухової функції гірше вправляються з утриманням рівноваги, ніж обстежувані з нормальним слухом. Тому особливості розвитку осіб з слуховою депривацією вказують на необхідність розроблення та застосування спеціальних програм, методів і прийомів адаптивного фізичного виховання, що є важливим корекційно-виховним засобом подолання дефектів розвитку, формування особистості та головною умовою повноцінної підготовки до суспільного життя.

### **Висновки**

1. Встановлені для осіб з депривацією слухової функції і нормальним слухом закономірності вікової динаміки статокінетичної стійкості вказують на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. У осіб з депривацією та нормальним слухом виявлено поступове удосконалення статокінетичної стійкості від мінімальних значень КФР у віці 8-9 років до максимальних у 16-17 років та зменшення значень довжини траєкторії коливання центру тиску та швидкості переміщення центру маси від максимальних значень у віці 8-9 років до мінімальних у 16-17 років.
2. У дітей, підлітків та юнаків з депривацією слухової функції показники статокінетичної стійкості були значуще нижчими, ніж у групах обстежуваних з нормальним слухом та поступово підвищувались і досягали максимального розвитку

- у 16-17 років. У вікових групах 14-15 та 16-17 років спостерігався вищий рівень та випереджаючий характер КФР у осіб з нормальним слухом. Встановлені статистично значущі відмінності показників довжини траєкторії коливання центру тиску у групі здорових підлітків 14-15 років та швидкості переміщення центру маси у здорових юнаків 16-17 років, які характеризувались кращими показниками в порівнянні з однолітками з депривацією слухової функції.
3. Виявлені особливості вікової динаміки статокінетичної стійкості у осіб з депривацією слухової функції відносно дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом слід вважати як пригнічене розгортання спадкової програми удосконалення функцій рівноваги.
  4. За умов поступового удосконалення статокінетичної стійкості у дітей підлітків та юнаків зі слуховою депривацією сенсорно-моторної інтеграції поряд з адекватними змінами, спрямованими на покращення статокінетичної стійкості, встановлено її функціональну недостатність, що ускладнювала процес утримання рівноваги на жорсткій платформі стабілографа.
  5. Отримані результати підтверджують крос-модальну пластичність сенсо-моторної інтеграції за умови слухової депривації та демонструють її наявність при обмеженій слуховій аферентації, починаючи з ранніх етапів постнатального онтогенезу. У дітей, підлітків та юнаків з депривацією слуху сенсорна система бере участь у сенсомоторній інтеграції і забезпечує статокінетичну стійкість та підтримує необхідну рівновагу тіла.

### Список використаної літератури

1. Brown T. C., McGee A. W. Monocular deprivation during the critical period alters neuronal tuning and the composition of visual circuitry. *PLoS biology*. 2023. 21(4). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002096>
2. Korver A. M., Smith R. J., Van Camp G., Schleiss M. R., Bitner-Glindzicz M. A., Lustig L. R., Usami S. I., Boudewyns A. N. Congenital hearing loss. *Nature reviews. Disease primers*. 2017. 3, 16094. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.94>
3. Тертична, Н., Криль, О. Характеристики нейродинамічних функцій головного мозку дитини в умовах сенсорної депривації. *Молодий вчений*. 2022. 7 (107)., 39-43. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-7-107-9>
4. Zhou Y., Qi J. Effectiveness of Interventions on Improving Balance in Children and Adolescents With Hearing Impairment: A Systematic Review. *Frontiers in physiology*. 2022. 13, 876974. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.876974>
5. Альошина А., Іваніцький Р., Бичук О. Розвиток та корекція рухової сфери дітей із вадами слуху в процесі фізичного виховання. *Сучасний етап. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. Луцьк, 2017. Вип. 27. С. 98–103.
6. Байкіна Н., Поддубева О. Особливості функціонального стану аналізаторів, які беруть участь у руховій діяльності дитини. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. Луцьк, 2012. № 3 (19). С. 126–130.
7. Доцюк Л. Г., Гауряк О. Д. Використання адаптивної фізичної культури для корекції фізичного розвитку школярів з порушенням слуху. *Молодий вчений*. 2017. (1). С. 132-135.
8. Демчук С. П. Особливості розвитку фізичних якостей у школярів із депривацією слуху. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. Луцьк, 2015. № 3 (31). С. 134–140.
9. Джевага В. В. Корекція порушень координаційних здібностей дітей молодшого шкільного віку з вадами слуху в процесі фізичного виховання: дис. канд. наук з фіз. виховання і спорту: 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення». К. 2017. 20 с.
10. Hamzeshpour F., Absalan A., Pirasteh E., Sharafi Z., Arbabsarjoo H. Investigating the Effect of Hearing Aid Use on the Balance Status of Children with Severe to Profound Congenital Hearing Loss Using the Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2021. 32(5), 303–307. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728754>
11. Гуринович Х. Є. Фізичний стан глухих дітей молодшого шкільного віку та його корекція засобами фізичного виховання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук із фіз. вих. і спорту: спец. 24.00.02. «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення». Львів: ЛДУФК. 2017. 18 с.

12. Sorgini F, Caliò R, Carrozza MC, Oddo CM. Haptic-assistive technologies for audition and vision sensory disabilities. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2018 May; 13(4): 394-421. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1385100>
13. Melo R. S., Lemos A., Paiva G. S., Ithamar L., Lima M. C., Eickmann S. H., Ferraz K. M., Belian R. B. Vestibular rehabilitation exercises programs to improve the postural control, balance and gait of children with sensorineural hearing loss: A systematic review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology.* 2019. 127, 109650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109650>
14. Афанасьев С. Уявлення про хід розвитку рухової сфери та фізичного розвитку дітей із порушенням слуху. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.* Луцьк, 2014. Вип. 14. С. 55–59.
15. Demirel N. The Impact of Therapeutic Recreational Gymnastic Exercise on Basic Motor Skills of Hearing-Impaired Children Aged Between 6 and 9 Years. *Journal of Education and Training Studies.* 2019. 6 (3), 147–151. DOI: <https://doi.org/10.11114/jets.v6i3.3048>
16. Melo R.deS., Lemos A., Macky C. F., Raposo M. C., Ferraz K. M. Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Brazilian journal of otorhinolaryngology.* 2015. 81(4), 431–438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.08.014>
17. Лях Ю., Усова О., Романюк А., Мельничук В., Лях М., Антипов А. Комп'ютерна стабілометрия в оцінці функціонального стану людини. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві.* 2019. № 2. С. 66-72. DOI: <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2019-02-66-72>
18. Лісенчук, Г. А., Хмельницька, І. В., Крупеня, С. В., Литвиненко, О. М., Борецька Н. О. Комп'ютерні системи контролю моторики у фізичному вихованні школярів із депривацією слуху. *Фізичне виховання та спорт.* 2021.(2), 54-62. DOI: <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2020-2-08>

### References

1. Brown, T. C., & McGee, A. W. (2023). Monocular deprivation during the critical period alters neuronal tuning and the composition of visual circuitry. *PLoS biology*, 21(4), e3002096. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002096>
2. Korver, A. M., Smith, R. J., Van Camp, G., Schleiss, M. R., Bitner-Glindzicz, M. A., Lustig, L. R., Usami, S. I., & Boudewyns, A. N. (2017). Congenital hearing loss. *Nature reviews. Disease primers*, 3, 16094. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.94>
3. Tertychna, N., & Kryl, O. (2022). Characteristics of the neurodynamic functions of a child's brain in conditions of sensory deprivation. *Molodyj vchenyj. [Young scientist]*, 7 (107), 39-43. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-7-107-9> (in Ukr.)
4. Zhou, Y., & Qi, J. (2022). Effectiveness of Interventions on Improving Balance in Children and Adolescents With Hearing Impairment: A Systematic Review. *Frontiers in physiology*, 13, 876974. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.876974>
5. Alyoshina, A., Ivanitskiy, R., Bychuk O. (2017). Development and correction of the motor sphere of children with hearing impairments in the process of physical education. *Suchasnyj etap. Molodizhnyj naukovyj visnyk Skhidnojevropejskogo nacionaljnogho universytetu imeni Lesi Ukrainky. [Modern stage. Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University]*, 27, 98–103. (in Ukr.)
6. Bajkina N. & Poddujeva O. (2012). Peculiaritas status functionis analysium quae in actione motoris pueri. *Fizyczne vykhovannja, sport i kuljtura zdorov'ja u suchasnomu suspiljstvi [Educationis physicae, lusus et culturae sanitatis in hodierna societate sunt, implicantur]*, 3 (19), 126-130. (in Ukr.)
7. Dotsyuk, L. G., & Hauryak, O. D. (2017). Usus adaptivae culturae physicae ad corrigendum physicam evolutionem puerorum cum auditu incom. *Molodyj vchenyj. [Young scientist]*, (1), 132-135. (in Ukr.)
8. Demchuk S. P. (2015). Peculiarities of the development of physical qualities in schoolchildren with hearing loss. *Fizyczne vykhovannja, sport i kuljtura zdorov'ja u suchasnomu suspiljstvi [Physical education, sports and health culture in modern society]*, 3 (31). С. 134–140. (in Ukr.)
9. Dzhevaghа V. V. (2017). Correction of violations of the coordination abilities of children of primary school age with hearing impairments in the process of physical education. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv (in Ukr.).
10. Hamzehpour, F., Absalan, A., Pirasteh, E., Sharafi, Z., & Arbabsarjoo, H. (2021). Investigating the Effect of Hearing Aid Use on the Balance Status of Children with Severe to Profound Congenital Hearing Loss Using the Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance. *Journal of the American Academy of Audiology*, 32(5), 303–307. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728754>
11. Ghurynovych Kh. Je. (2017). Physical condition of deaf children of primary school age and its correction by means of physical education. Extended abstract of candidate's thesis. Lviv: LDUFK (in Ukr.).
12. Sorgini, F., Caliò, R., Carrozza, M. C., & Oddo, C. M. (2018). Haptic-assistive technologies for audition and vision sensory disabilities. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*, 13(4), 394–421. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1385100>

13. Melo, R. S., Lemos, A., Paiva, G. S., Ithamar, L., Lima, M. C., Eickmann, S. H., Ferraz, K. M., & Belian, R. B. (2019). Vestibular rehabilitation exercises programs to improve the postural control, balance and gait of children with sensorineural hearing loss: A systematic review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 127, 109650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109650>
14. Afanasjjev S. (2014). An idea of the development of the motor sphere and physical development of children with hearing impairment. *Molodizhnyj naukovyj visnyk Skhidnojevropejskogo nacionaljnogho universytetu imeni Lesi Ukrajinke*. [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University], 14, 55–59. (in Ukr.)
15. Demirel, N. (2018). The Impact of Therapeutic Recreational Gymnastic Exercise on Basic Motor Skills of Hearing-Impaired Children Aged Between 6 and 9 Years. *Journal of Education and Training Studies*, 6(3), 147-151. DOI: <https://doi.org/10.11114/jets.v6i3.3048>
16. Melo, R.deS., Lemos, A., Macky, C. F., Raposo, M. C., & Ferraz, K. M. (2015). Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 81(4), 431–438. . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.08.014>
17. Lyakh, Y., Usova, O., Romaniuk, A., Melnychuk, V., Lyakh, M., & Antipov, A. (2019). Computer stabilometry in assessing the functional state of a person. *Fizyczne vykhovannja, sport i kultura zdorov'ja v suchasnomu suspiljstvi*. [Physical education, sport and health culture in modern society], (2 (46)), 66-72. (in Ukr.)
18. Lisenchuk, Gh. A., Khmeljnycja, I. V., Krupenja, S. V., Lytvynenko, O. M., & Borecja, N. O. (2021). Computer systems of motility control in physical education of schoolchildren with hearing deprivation. *Fizyczne vykhovannja ta sport*. [Physical education and sports], (2), 54-62. DOI: <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2020-2-08>. (in Ukr.)

***Koval Y.V., Yukhymenko L.I., Chystovska J.J., Paliychuk O.V. Age-specific features of the formation of statokinetic stability in persons with hearing loss***

***Introduction.*** A study of the dynamics of statokinetic stability conducted and the peculiarities of its formation established using the technique of stabilography in persons aged 8-17 years with hearing loss and normal hearing. According to the indicators of the coefficient of the balance function, the length of the trajectory of the center of pressure and the speed of movement of the center of mass. It was found that the statokinetic stability in children, adolescents and young men with derivation of the auditory function, as well as with normal hearing, gradually develops and reaches maximum values at the age of 16-17. In the groups of 14-15 and 16-17 years old, subjects with normal auditory function characterized by a higher level and earlier development of statokinetic stability, compared to their peers with auditory function deprivation.

***Purpose.*** To find the peculiarities of the formation of statokinetic stability in persons of different ages with hearing loss.

***Methods.*** The age-related dynamics of statokinetic balance in persons with auditory function deprivation and normal hearing on a stable platform studied. Statokinetic stability was evaluated by the index of the equilibrium function coefficient (KFR, %), the length of the trajectory of the centre of pressure oscillation (Length, mm) and the speed of movement of the centre of mass of the body (AvgSpeed, mm/s).

***Results.*** It has been established that the ability to maintain balance on a stable platform of the stabilograph increases with age, as evidenced by the results of an improved increase in KFR, a decrease in the value of the duration of the trajectory of the center of pressure oscillation and the speed of movement of the center of mass. In addition, in healthy individuals, CFR indicators in all examined age groups were higher, and the length of the trajectory of the center of pressure oscillation and the speed of movement of the center of mass were lower than in peers with hearing deprivation. The results of the study of maintaining balance according to the KFR indicator showed the absence of significant differences between the groups of subjects with normal hearing aged 8-9, 10-11, 12-13 years and their peers with hearing loss. It was also established that there were no significant differences in the value of the length of the trajectory of the center of pressure oscillation between the groups of subjects aged 8-9, 10-11, 12-13 and 16-17 years. A comparison of the speed of movement of the center of mass in healthy persons and in persons with hearing loss revealed no significant differences in the age groups of 8-9, 10-11, 12-13 and 14-15 years.

***Originality.*** Peculiarities of the development of sensorimotor functions, which revealed during the study, indicate that statokinetic stability provided entirely by structures and mechanisms that change during ontogenesis. In our opinion, the improvement of statokinetic stability in ontogenesis represents



*a coordinated genetically determined program that ensures it. Deprivation of auditory function causes a negative impact on age-related development and improvement of statokinetic stability.*

**Conclusion.** *It has established for persons with deprivation of auditory functions and normal hearing that the patterns of age-related dynamics of statokinetic stability testify to this genetically determined program of their development. In persons with deprivation and normal hearing, a gradual improvement of statokinetic stability has established from the minimum values of KFR at the age of 8-9 years to the maximum at the age of 16-17 years. As well as a decrease in the values of the duration of the trajectory of the centre of pressure oscillation and the speed of movement of the centre of mass from the maximum value at the age of 8-9 years to the minimum at the age of 16-17 years. The revealed peculiarities of the age-related dynamics of statokinetic stability in persons with deprivation of auditory function relative to children, adolescents and young men with normal hearing should be considered as a suppressed deployment of the hereditary program of improving balance functions.*

**Key words:** *stabilography, static equilibrium, coefficient of the equilibrium function, deprivation of auditory function, ontogenesis.*

Одержано редакцією: 15.05.2023

Прийнято до публікації: 29.05.2023

УДК 582.28:502.1 (477)

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-58-71

**Плужник Андрій Володимирович**

аспірант

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

andriy.pluzhnik@knu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2644-6222>

**Джаган Вероніка Володимирівна**

кандидат біологічних наук, доцент,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

veronikadzhagan@knu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7229-5878>

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ КСИЛОТРОФНИХ ГРИБІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ХОЛОДНИЙ ЯР»

У статті вперше наведено узагальнені дані про видове різноманіття та поширення ксилотрофних грибів на території Національного природного парку «Холодний Яр», отримані на основі вивчення власних мікологічних зразків, а також опублікованих літературних джерел. В результаті проведеного дослідження виявлено 139 видів грибів, які поширені на 11 видах деревних порід. На деревині *Quercus robur* було відмічено найбільшу кількість видів (усього 79), які спричиняють різні типи гнилей. 47 видів виявились новими для парку. Найбільшим видовим різноманіттям ксилотрофів відзначались дубово-грабові ліси, які займають ліву частку площі парку. Найпоширенішими на території парку були такі види, як *Daedalea quercina*, *Exidia glandulosa*, *Fomes fomentarius*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Neofavolus alveolaris*, *Schizophyllum commune*, *Xylaria polymorpha*. Вперше на території парку було знайдено *Hericium coralloides*, що занесений до останнього видання Червоної книги України та Європейського червоного списку зі статусом рідкісний вид. Виявлено ще один рідкісний гриб, *Hericium cirrhatum*, що також занесений до червоних списків різних країн та, відповідно до літературних даних, приурочений до територій із тривалою історією існування суцільного лісового покриву. Проаналізовано взаємозв'язок між поширенням ксилотрофних грибів та стадіями деструкції деревини, на основі чого встановлено факт наявності великої кількості нерозкладеного деревного матеріалу на території парку.

**Ключові слова:** мікобіота, дереворуйнівні гриби, рідкісні види, лісові фітоценози, «Холодний Яр».

### Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій

Лісові екосистеми формуються впродовж тривалого часу і є доволі цілісними угрупованнями організмів різних таксономічних груп – рослин, тварин та грибів, які взаємно пристосовані одна до одної. Їхня єдність підтримується численними та різноманітними зв'язками, які проявляються у конкуренції за поживні речовини, алелопатії, симбіозі, а також різного роду консортивними зв'язками. Від кількості та характеру цих зв'язків істотно залежить біорізноманіття, складність структури та біологічна стійкість екосистем. Особливо розвинені і поширені у лісах зв'язки грибів з деревними рослинами.

Деревина, як сировинний матеріал, має неоціненне значення. Процеси її деструкції відіграють важливу роль як в динаміці лісових екосистем, так і в практичній діяльності людини. В природних умовах деревина легко розкладається і бере участь у біотичному колообігу речовини. Саме тому деструкція деревини здавна привертає увагу дослідників. За цей час було зібрано значну кількість інформації, яка засвідчила, що основними агентами деструкції деревини в природі є дереворуйнівні гриби, або

ксилотрофи, які здатні до біохімічного перетворення лігноцелюлозного комплексу [1-3, 5-8].

Цілеспрямовані дослідження видового складу та субстратної спеціалізації дереворуйнівних грибів проводились і на території України [4-16].

Національний природний парк «Холодний Яр» (далі в тексті – Холодний Яр) було створено указом президента України у січні 2022 року [URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2/2022#Text>]. Загальна площа парку становить 6833,5 га. Він розташований на Придніпровській височині у південно-східній частині Черкаської області, на перетині Галицько-Слобожанського (лісостепового) широтного екокоридору та Дніпровського меридіонального екокоридору [17], і є об'єктом збереження унікальних природних та історико-культурних комплексів. Холодний Яр має надзвичайно потужний природний потенціал, 95,7 % його території вкрито лісовою рослинністю [18]. Цей реліктовий лісовий масив у центрі України є частиною Смарагдової мережі Європи (UA000026 Kholodnyi Yar) (<http://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=UA0000261&release=2>).

Сьогодні Холодний Яр стає основним моніторинговим полігоном для зоологічних і ботанічних досліджень на Черкащині. Щодо мікологічних досліджень, вивчення мікобіоти парку було розпочате лише на початку 2000-х років [19-20], пізніше продовжено власне авторами статті [21-22].

Дослідження лісових масивів Холодного Яру та цілеспрямоване вивчення ксилотрофних грибів, консортивно пов'язаних з основними деревними породами парку, є важливим і актуальним завданням, вирішення якого дозволить в майбутньому спеціалізованим структурам вчасно виявляти осередки небезпечних грибних хвороб різноманітних порід дерев, розробляти заходи боротьби з ними та зберігати унікальні лісові насадження у здоровому стані. Окрему увагу слід приділити саме мертвій деревині – невід'ємному та важливому компоненту природних лісових екосистем, яка відіграє важливу роль у природному відновленні та збереженні біорізноманіття. Період розкладу відмерлих дерев (сухостій, відпад, повалені дерева тощо), залежно від клімату і виду дерева, може сягати сотні років, протягом яких відбуваються сукцесійні зміни ксилотрофних грибів різних таксономічних груп. Належне управління мертвою деревиною вносить важливий внесок у стале управління лісами й, безумовно, сприяє пом'якшенню деяких наслідків зміни клімату.

**Мета:** узагальнити отримані нами та відомі з літератури дані щодо систематичної та еколого-трофічної структури ксилотрофних грибів Холодного Яру, осучаснити номенклатурно-таксономічний блок грибів парку на підставі новітніх даних та останніх змін у систематиці, охарактеризувати субстратну приуроченість та поширення ксилотрофних грибів в різних рослинних угрупованнях, оцінити ступінь деструкції деревини тощо.

### **Матеріали та методи дослідження**

Збір зразків на території дослідження проводили за допомогою маршрутної-експедиційних та стаціонарних методів, з фіксуванням під час збору інформації про дату і місце збору зразка, тип рослинності в локалітеті, де був зібраний зразок, домінуючі види деревних порід, параметри субстрату, на якому розвивалися плодові тіла, а також географічне розташування точки збору.

Камеральну обробку зібраного матеріалу проводили на базі кафедри біології рослин ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка згідно із загальноприйнятими методиками мікологічних досліджень [23], з використанням відповідних визначників, монографій і атласів українських та зарубіжних авторів. Сучасні латинські назви виявлених таксонів подано

відповідно до баз даних *Index Fungorum* (www.indexfungorum.org) та *Mycobank* (www.mycobank.org).

Ступінь деструкції деревини визначали за шкалою [24], відповідно до якої виділяють 3 стадії: I (слабка) – деревина зі щільною корою, видимі ознаки деструкції є тільки подекуди; II (середня) – верхній шар деревини м'який, кора місцями відпала, розкладання помітне візуально, гострі предмети проникають на значну глибину в деревину, гниль пластинчаста або призматична; III (сильна) – залишається тільки форма стовбура, кора місцями відпала, на поверхні зазвичай добре розвинені синузії мохів і лишайників.

### Результати та їх обговорення

Згідно наших досліджень та узагальнення літературних даних, на території Холодного Яру загалом виявлено 139 видів ксилотрофних грибів з 88 родів, 50 родин, 16 порядків та 6 класів відділів Ascomycota та Basidiomycota, які поширені на 11 видах деревних порід.

Нижче представлено узагальнений список видів ксилотрофних грибів на території парку за всі роки його обстеження. Символом \* позначено нові для території парку види.

#### ВІДДІЛ ASCOMYCOTA CAVAL.-SM.

Клас Leotiomyces O.E. Erikss. & Winka

Порядок Helotiales Nannf.

##### Родина Bulgariaceae Fr.

*Bulgaria inquinans* (Pers.) Fr. – на деревині *Quercus robur* L. [21];

##### Родина Chlorociboriaceae Baral & P.R. Johnst.

*Chlorociboria aeruginascens* (Nyl.) Kanouse ex C.S. Ramamurthi, Korf & L.R. Batra – на деревині *Carpinus betulus* L. [21];

\**Chl. aeruginosa* (Oeder) Seaver ex C.S.

Ramamurthi, Korf & L.R. Batra – на деревині *C. betulus*, 2021 p.;

##### Родина Helotiaceae Rehm

\**Ascocoryne cylichnium* (Tul.) Krf – на деревині *Fraxinus excelsior* L, 2019 p.;

\**A. sarcoides* (Jacq.) J.W. Groves & D.E.

Wilson – на деревині *Q. robur*, 2021 p.;

*Calycina citrina* (Hedw.) Gray – на деревині *Q. robur* [21];

\**C. claroflava* (Grev.) Kuntze – на деревині *F. excelsior*, 2019 p.;

##### Родина Mollisiaceae Rehm

*Mollisia cinerea* (Batsch) P. Karst. – на деревині *C. betulus* [22];

*M. discolor* (Mont. & Fr.) W. Phillips – на деревині *C. betulus* [21];

##### Родина Rutstroemiaceae Holst-Jensen, L.M. Kohn & T. Schumach.

\**Rutstroemia bolaris* (Batsch) Rehm – на деревині *Q. robur*, 2019 p.;

Порядок Rhytismatales M.E. Barr ex Minter

##### Родина Rhytismataceae Chevall.

\**Colpota quercinum* (Pers.) Wallr. – на деревині *Q. robur*, 2019 p.;

Клас Pezizomycetes O.E. Erikss. & Winka

Порядок Pezizales J. Schröt.

##### Родина Discinaceae Benedix

\**Discina ancilis* (Pers.) Sacc. – на деревині *Pinus sylvestris* L., 2021 p.;

##### Родина Pezizaceae Dumort.

*Paragalactinia succosa* (Berk.) Van Vooren – на деревині *Betula pendula* Roth. [21];

*Peziza micropus* Pers. – на деревині *C. betulus* [21];

##### Родина Pyronemataceae Corda

*Scutellinia scutellata* (L.) Lambotte – на деревині *Q. robur* [19]; на деревині *Q. robur*, 2021 p.;

##### Родина Sarcoscyphaceae Le Gal ex Eckblad

*Sarcoscypha austriaca* (Beck ex Sacc.) Boud.

– на деревині *Salix alba* L. [22];

*S. coccinea* (Scop.) E.J. Durand – на деревині

*C. betulus* [21];

##### Родина Sarcosomataceae Kobayasi

\**Plectania melastoma* (Sowerby) Fuckel – на деревині *P. sylvestris*, 2021 p.;

Клас Sordariomycetes O.E. Erikss. & Winka

Порядок Hypocreales Lindau

##### Родина Nectriaceae Tul. & C. Tul.

*Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. – на деревині *C. betulus* [21];

Порядок Xylariales Nannf.

##### Родина Diatrypaceae Nitschke

*Diatrypella quercina* (Pers.) Cooke – на деревині *Q. robur* [22];

##### Родина Huroxylaceae DC.

\**Daldinia childiae* J.D. Rogers & Y.M. Ju – на деревині *Q. robur*, 2017 p.;

*D. concentrica* (Bolton) Ces. & De Not. – на деревині *Q. robur* [21];

\**D. fissa* Lloyd – на деревині *Q. robur*, 2019 р.;

*Huroxylon fragiforme* (Pers.) J. Kickx f. – на деревині *Q. robur* [19; 22];

\**H. howeanum* Peck – на деревині *C. betulus*, 2017 р.;

#### **Родина Xylariaceae Tul. & C. Tul.**

*Kretzschmaria deusta* (Hoffm.) P.M.D. Martin – на деревині *Acer platanoides* L. [21];

\**Nemania diffusa* (Sowerby) Gray – на деревині *Tilia cordata* Mill., 2020 р.;

*Xylaria huroxylon* (L.) Grev. – на деревині *C. betulus* [19; 22];

*X. longipes* Nitschke – на деревині *C. betulus* [19; 22];

*X. polymorpha* (Pers.) Grev. – на деревині *Q. robur* [19; 22]; на деревині різних порід, протягом 2016-2022 рр.;

### **ВІДДІЛ BASIDIOMYCOTA**

#### **WHITTAKER EX R.T. MOORE**

Клас *Agaricomycetes* Doweld

Порядок *Agaricales* Underw.

#### **Родина Agaricaceae Chevall.**

*Suathus striatus* (Huds.) Willd. – на деревині *P. sylvestris* [19], на деревині *P. sylvestris*, 2020 р.;

#### **Родина Volbitiaceae Singer**

\**Conocybe vestita* (Fr.) Kühner – на деревині *T. cordata*, 2021 р.;

#### **Родина Crepidotaceae (S. Imai) Singer**

\**Crepidotus appianatus* (Pers.) P. Kumm. – на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

\**Cr. cesatii* (Rabenh.) Sacc. – на деревині *C. betulus*, 2017 р.;

*Cr. mollis* (Schaeff.) Staude – на деревині *Q. robur* [19];

#### **Родина Fistulinaceae Lotsy**

*Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. – на деревині *Q. robur* [19], на пні *Q. robur*, 2022 р.;

#### **Родина Lycoperdaceae F. Berchtold & J.S. Presl**

*Apioperdon pyriforme* (Schaeff.) Vizzini – на деревині *C. betulus* [19]; на деревині різних порід, протягом 2017-2020 рр.;

#### **Родина Мусенасеае Overeem**

*Muscena galericulata* (Scop.) Gray – на деревині *Q. robur* [19];

*M. haematochroa* (Mont.) Sacc. – на деревині *Q. robur* [19];

*M. haematopus* (Pers.) P. Kumm. – на деревині *C. betulus* [19], на деревині *C. betulus*, 2018 р.;

*M. inclinata* (Fr.) Qué. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

*Muscena polygramma* (Bull.) Gray – на деревині *Q. robur* [19];

*M. pura* (Pers.) P. Kumm. – на деревині *Q. robur* [19];

*M. tintinnabulum* (Paulet) Qué. – на деревині *Q. robur* [21];

*Panellus mitis* (Pers.) Singer – на деревині *Q. robur* [21];

*P. stipticus* (Bull.) P. Karst. – на деревині *Q. robur* [19];

#### **Родина Physalacriaceae Corner**

\**Armillaria gallica* Marxm. – на деревині *C. betulus*, 2020 р.;

*Arm. mellea* (Vahl) P. Kumm. – на деревині *C. betulus* [19]; на деревині різних порід,

протягом 2019-2022 рр.;

*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer – на деревині *Robinia pseudoacacia* L. [21];

#### **Родина Pleurotaceae Kühner**

*Pleurotus calyptratus* (Lindblad ex Fr.) Sacc. – на деревині *C. betulus* [21];

*Pl. ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. – на деревині *C. betulus* [19]; на деревині різних порід,

протягом 2017-2022 рр.;

#### **Родина Pluteaceae Kotl. & Pouzar**

\**Pluteus atromarginatus* (Konrad) Kühner – на деревині *C. betulus*, 2018 р.;

*Pl. cervinus* (Schaeff.) P. Kumm. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині *Q. robur*,

протягом 2017-2022 рр.;

*Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer – на деревині *Q. robur* [21];

#### **Родина Psathyrellaceae Vilgalys**

*Coprinellus domesticus* (Bolton) Vilgalys – на деревині *R. pseudoacacia* [21];

*C. micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – на деревині *C. betulus* [19]; на

деревині різних порід, протягом 2017-2022 рр.;

*Parasola auricoma* (Pat.) Redhead – на деревині *Q. robur* [21];

*Psathyrella gordonii* (Berk. & Broome) A. Pearson & Dennis – на деревині *Q. robur*

[19];

\**P. piluliformis* (Bull.) P.D. Orton – на деревині *Q. robur*, 2020 р.;

#### **Родина Schizophyllaceae Qué.**

\**Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar – на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

*Schizophyllum commune* Fr. – на деревині *Q. robur* [19]; на деревині *Q. robur*, 2016-2022;

#### **Родина Strophariaceae Singer & A.H. Sm.**

*Huholoma capnoides* (Fr.) P. Kumm. – на деревині *P. sylvestris* [19];

*H. fasciculare* (Huds.) P. Kumm. – на деревині *Q. robur* [21];  
*H. lateritium* (Schaeff.) P. Kumm. – на деревині *Q. robur* [19];  
*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer & A.H. Sm. – на деревині *Q. robur* [19];  
*Pholiota populnea* (Pers.) Kuiper & Tjall.-Beuk. – на деревині *Populus nigra* L. [19];  
**Родина Tricholomataceae R. Heim ex Pouzar**

\**Clitocybe brumalis* (Fr.) Quéf. – на деревині *Q. robur*, 2017 p.;

\**Resupinatus applicatus* (Batsch) Gray – на деревині *Q. robur*, 2020 p.;

**Родина Tubariaceae Vizzini**

*Phaeomarasmium erinaceus* (Fr.) Scherff. ex Romagn. – на деревині *Q. robur* [21];

\**Tubaria confragosa* (Fr.) Harmaja – на деревині *Q. robur*, 2017 p.;

*T. dispersa* (Pers.) Fayod – на деревині *Q. robur* [21];

\**T. dispersa* (Berk. & Broome) Singer – на деревині *Q. robur*, 2017 p.;

\**T. furfuracea* (Pers.) Gillet – на деревині *Q. robur*, 2017 p.;

Порядок *Auriculariales* J. Schröt.

**Родина Auriculariaceae Fr. ex Lindau**

*Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quéf. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині різних порід, протягом 2017-2022 pp.;

*A. mesenterica* (Dicks.) Pers. – на деревині *Q. robur* [21];

**Родина Exidiaceae R.T. Moore**

*Exidia glandulosa* (Bull.) Fr. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині різних порід, протягом 2016-2022 pp.;

\**Ex. recisa* (Ditmar) Fr. – на деревині *Q. robur*, 2019 p.;

\**Ex. nigricans* (With.) P. Roberts – на деревині *Q. robur*, 2020 p.;

Порядок *Cantharellales* Gäum.

**Родина Hydniaceae Chevall.**

\**Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt. – на деревині *C. betulus*, 2020 p.;

Порядок *Gomphales* Jülich

**Родина Gomphaceae Donk**

*Phaeoclavulina flaccida* (Fr.) Giachini – на деревині *C. betulus* [19]; 2020;

\**Ramaria stricta* (Pers.) Quéf. – на деревині *Q. robur*, 2019 p.;

Порядок *Hymenochaetales* Oberw.

**Родина Hymenochaetaceae Imazeki & Toki**

*Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson & Niemelä – на деревині *Q. robur* [19];

*Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév. – на деревині *Q. robur* [19], на пнях різних порід, протягом 2016-2022 pp.;

*H. tabacina* (Sowerby) Lév. – на деревині *Q. robur* [19];

\**Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát – на деревині *B. pendula*, 2020 p.;

*Phellinus igniarius* (L.) Quéf. – на деревині *S. alba* [19]; 2018, 2020;

\**Pseudoinonotus dryadeus* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch. – на деревині *Q. robur*, 2019 p.;

*Tropicoporus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai – на деревині *Q. robur* [21];

Порядок *Gloeophyllales* Thorn

**Родина Gloeophyllaceae Jülich**

*Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. – на деревині *P. sylvestris* [19];

Порядок *Polyporales* Gäum.

**Родина Fomitopsidaceae Jülich**

\**Buglossoporus quercinus* (Schrad.) Kotlába & Pouzar – на деревині *Q. robur*, 2021 p.;

*Daedalea quercina* (L.) Pers. – на деревині *Q. robur* [19], на пнях *Q. robur*, протягом 2017-2022 pp.;

*Fomitopsis betulina* (Bull.) B.K. Cui, M.L.

Han & Y.C. Dai – на деревині *B. pendula* [19], на деревині *B. pendula*, протягом 2016-2022 pp.;

\**F. pinicola* (Sw.) P. Karst. – на деревині *Q. robur*, 2020 p.;

**Родина Ganodermataceae (Donk) Donk**

*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. – на деревині *R. pseudoacacia*, *S. alba* [19]; на деревині різних порід, протягом 2017-2021 pp.;

*G. lucidum* (Curtis) P. Karst. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині *Q. robur*, протягом 2020-2021 pp.;

**Родина Irpicaceae Spirin & Zmitr.**

*Irpex lacteus* (Fr.) Fr. – на деревині *Q. robur* [19]; на деревині *Q. robur*, 2018 p.;

**Родина Ischnodermataceae Jülich**

\**Ischnoderma resinosum* (Schrad.) P. Karst. – на деревині *P. sylvestris*, 2020 p.;

**Родина Laetiporaceae Jülich**

*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill – на деревині *S. alba* [19]; на деревині *S. Alba*, протягом 2017- 2021 pp.;

**Родина Meruliaceae Rea**

\**Climacodon pulcherrimus* (Berk. & M.A. Curtis) Nikol. – на деревині *Q. robur*, 2018 p.;

\**Phlebia albomellea* (Bondartsev) Nakasone – на деревині *Q. Robur*, 2017 p.;

\**Phl. radiata* Fr. – на деревині *C. betulus*, 2017 р.;

\**Phl. rufa* (Pers.) M.P. Christ. – на деревині різних порід, 2017 р.;

#### **Родина Phanerochaetaceae Jülich**

\**Antrodiella semisupina* (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden – на деревині *Ulmus minor* Mill., 2017 р.;

*Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

\**Bj. fumosa* (Pers.) P. Karst. – на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

*Naralopilus rutilans* (Pers.) Murrill – на деревині *B. pendula* [19]; на деревині *B. pendula*, протягом 2018-2019 рр.;

#### **Родина Polyporaceae Corda**

*Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. – на деревині *S. alba* [19]; протягом 2017-2022 рр.;

*C. varius* (Pers.) Zmitr. & Kovalenko – на деревині *Q. robur* [19]; на деревині *Q. robur*, 2020 р.;

\**Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill – на деревині *Populus tremula* L., 2020 р.;

\**Cubatmyces lactineus* (Berk.) Lücking – на деревині *Ulmus minor*, протягом 2017-2020 рр.;

*Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt. – на деревині *C. betulus* [19];

*D. tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer – на деревині *C. betulus* [21];

*Fomes fomentarius* (L.) Fr. – на деревині *B. pendula* [19]; на деревині різних порід, протягом 2016-2022 рр.;

*Lentinus arcularius* (Batsch) Zmitr. – на деревині *Q. robur* [21];

*L. brumalis* (Pers.) Zmitr. – на деревині *Q. robur* [21];

*L. tigrinus* (Bull.) Fr. – на деревині *S. alba* [21];

*Neofavolus alveolaris* (DC.) Sotome & T. Hatt. – на деревині *C. betulus* [19], на деревині різних порід, протягом 2017-2022 рр.;

\**Trametes elegans* (Spreng.) Fr. – на деревині *U. minor*, 2018 р.;

*Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині різних порід, протягом 2017-2022 рр.;

*Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát – на деревині *Q. robur* [19]; на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

*Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. & Ryvarden – на деревині *Q. robur* [21];

*Trametes versicolor* (L.) Lloyd – на деревині *C. betulus* [19]; на деревині різних порід, протягом 2017-2018 рр.;

*Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden – на деревині *B. pendula* [21];

Порядок *Russulales Kreisel ex P.M. Kirk*

#### **Родина Amylostereaceae Boidin**

*Artomyces pyxidatus* (Pers.) Jülich – на деревині *C. betulus* [21];

#### **Родина Hericiaceae Donk**

*Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol. – на деревині *C. betulus* [21];

\**H. coralloides* (Scop.) Pers. – на деревині *C. betulus*, 2020 р.;

*Laxitextum bicolor* (Pers.) Lentz – на деревині *Q. robur* [19];

#### **Родина Peniophoraceae Lotsy**

*Peniophora nuda* (Fr.) Bres. – на деревині *Q. robur* [21];

*P. quercina* (Pers.) Cooke – на деревині *Q. robur* [21];

#### **Родина Stereaceae Pilát**

\**Conferticum ochraceum* (Fr.) Hallenb. – на деревині *Q. robur*;

*Stereum gausapatum* (Fr.) Fr. – на деревині *C. betulus* [19];

*St. hirsutum* (Willd.) Pers. – на деревині *Q. robur* [19], на деревині різних порід, протягом 2017- 2022 рр.;

Порядок *Thelephorales Corner ex Oberw.*

#### **Родина Thelephoraceae Chevall.**

\**Thelephora terrestris* Ehrh. – на деревині *P. sylvestris*, протягом 2020-2021 рр.;

#### Клас Dacrymycetes Doweld

Порядок *Dacrymycetales Henn.*

#### **Родина Dacrymycetaceae Bref.**

*Calocera cornea* (Batsch) Fr. – на деревині *C. betulus* [21];

*C. viscosa* (Pers.) Fr. – на деревині *P.*

*sylvestris* [19], на деревині *P. sylvestris*, 2022 р.;

\**Dacrymyces chrysocomus* (Bull.) Tul. – на деревині *C. betulus*, 2017 р.;

\**D. deliquescens* (Bull.) Duby – на деревині *Q. robur*, 2017 р.;

*D. stillatus* Nees – на деревині *Q. robur* [21];

#### Клас Tremellomycetes Doweld

Порядок *Tremellales Fr.*

#### **Родина Tremellaceae Fr.**

*Tremella mesenterica* Retz. – на деревині *C. betulus* [19]; на деревині різних порід, протягом 2017-2021 рр.

Оскільки деревостани більшої частини Холодного Яру відзначаються домінуванням *Quercus robur*, саме деревина останнього найчастіше виступала субстратом для розвитку багатьох видів грибів. Всього на деревині дуба звичайного було виявлено 79 видів грибів, в числі яких 5 збудників м'якої гнилі (*Ascocoryne sarcoides*, *Calycina citrina*, *Diatrypella quercina*, *Hypoxylon fragiforme*, *Xylaria polymorpha*), 4 – бурої гнилі (*Dacrymyces deliquescens*, *D. stillatus*, *Daedalea quercina*, *Fomitopsis pinicola*) та 35 збудників білої гнилі (*Auricularia auricola-judae*, *A. mesenterica*, *Bjerkandera adusta*, *B. fumosa*, *Climacodon pulcherrimus*, *Chondrostereum purpureum*, *Crepidotus applanatus*, *Exidia glandulosa*, *E. nigricans*, *E. recisa*, *Ganoderma lucidum*, *Hapalopilus rutilans*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Huipholoma fasciculare*, *Pseudoinonotus dryadeus*, *Irpex lactius*, *Lentinus brumalis*, *Mycena inclinata*, *M. tintinnabulum*, *Panellus mitis*, *Peniophora nuda*, *P. quercina*, *Tropicoporus linteus*, *Ph. igniarius*, *Phlebia rufa*, *Pluteus cervinus*, *Lentinus arcularius*, *Cerionporus squamosus*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *Trametes gibbosa*, *Tr. hirsuta*, *Tr. orchaea*, *Volvariella bombycina*).

На деревині *Carpinus betulus* було знайдено 43 види грибів-ксилотрофів, серед яких траплялись збудники м'якої гнилі (*Chlorociboria aeruginascens*, *C. aeruginosa*, *Hypoxylon howeanum*, *Sarcoscypha coccinea*, *Xylaria hypoxylon*, *X. longipes*, *X. polymorpha*), бурої гнилі (*Dacrymyces chrysocomus*, *Fomitopsis pinicola*, *Pleurotus calypratus*, *P. ostreatus*) та 20 збудників білої гнилі (*Armillaria gallica*, *A. mellea*, *Artomyces pyxidatus*, *Auricularia auricola-judae*, *A. mesenterica*, *Calocera cornea*, *Crepidotus cesatii*, *Daedaleopsis tricolor*, *Exidia glandulosa*, *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Mycena haematopus*, *Phlebia radiata*, *Pluteus atromarginatus*, *Neofavolus alveolaris*, *Schizophyllum commune*, *Trametes gibbosa*, *Tr. versicolor*, *Tremella mesenterica*).

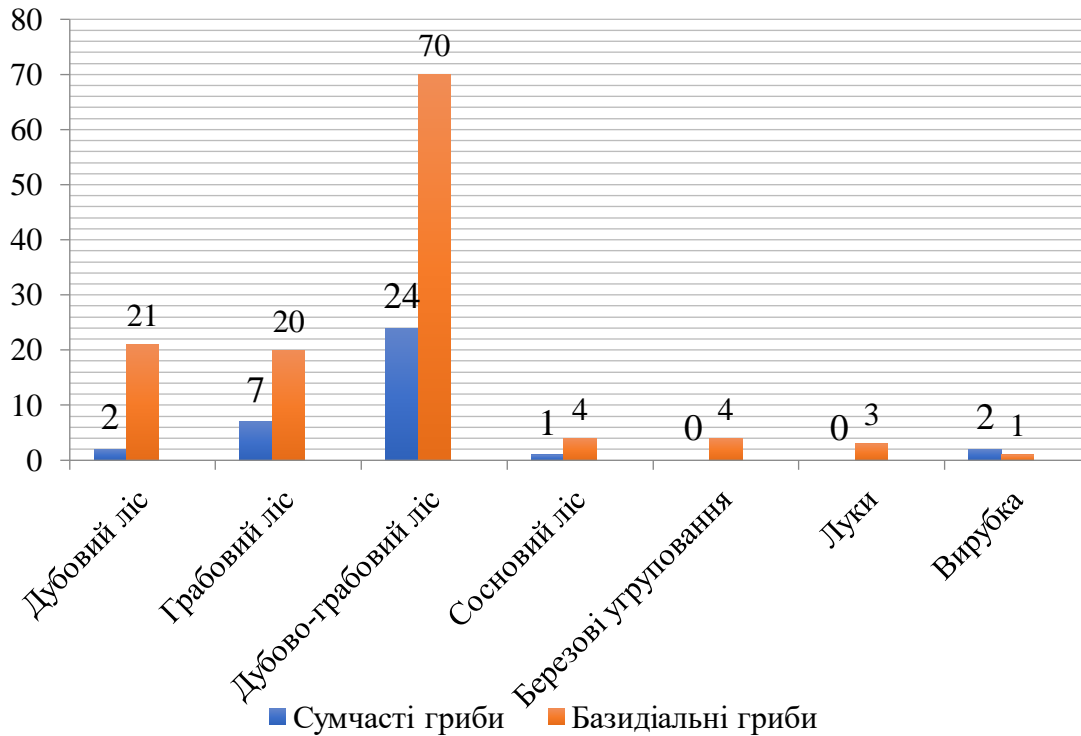
Деревина представників роду *Salix* (зокрема *Salix alba*) була субстратом для збудників білої (*Lentinus tigrinus*, *Phellinus igniarius*, *Cerionporus squamosus*), бурої (*Ganoderma applanatum*, *Laetiporus sulphureus*) та м'якої гнилі (*Sarcoscypha austriaca*); на деревині *Fraxinus excelsior* білу гниль спричиняв гриб *Phlebia rufa*, м'яку – *Ascocoryne cylichnium*, *Calycina claroflava*; на деревині *Pinus sylvestris* виявлено два збудника білої (*Ischnoderma resinosum*, *Thelephora terrestris*), по одному збуднику бурої (*Dacrymyces stillatus*) та м'якої (*Xylaria polymorpha*) гнилей; на деревині *Ulmus minor* виявлено 2 види, що спричиняють білу гниль (*Trametes elegans*, *Cubamycetes lactineus*); на деревині *Acer platanoides* – *Kretzschmaria deusta* – збудника білої гнилі. На *Betula pendula* були зареєстровані збудники як білої гнилі (*Fomes fomentarius*, *Hapalopilus rutilans*, *Inonotus obliquus*, *Trichaptum bifforme*), так і бурої (*Fomitopsis betulina*). Найменше видів було виявлено на деревині *Populus nigra* (*Pholiota populnea* – спричиняє білу гниль деревини), *P. tremula* (*Cerrena unicolor* – викликає білу гниль деревини) та *Tillia cordata* (*Nemania diffusa*, *Conocybe vestita*).

Оскільки територія НПП «Холодний Яр» неоднорідна і має різні ґрунтово-кліматичні умови, неоднорідною є також і рослинність, яка переважно представлена лісовими екосистемами. Також представлені й інші екосистеми: луки, заплави та степи.

Найбільше видове різноманіття ксилотрофів спостерілось в дубово-грабових лісах (рис. 1), що є цілком закономірним, оскільки сам ці ліси займають найбільшу площу території парку. В певних ділянках до видів-едифікаторів домішуються також сосна, осика, клен, береза, липа, акація, вільха, верба, ясен, в'яз, ялина та дикорослі плодові дерева (яблуня, груша). У підліску трапляються *Sambucus nigra* та *Corylus avellana* L. [18]. Найбільш чисельною групою грибів, що трапляються в дубово-грабових лісах, виявились базидієві (70 видів) з провідною родиною Polyporaceae (17 видів). Великою кількістю були представлені також сумчасті гриби (24 види), провідні родини – Нурохулацеае та Хуларіацеае (по 5 видів). В цілому за кількістю знахідок в цих лісах переважали *Hypoxylon fragiforme*, *Sarcoscypha austriaca*, *Xylaria polymorpha*, *Daedalea*



*quercina*, *Exidia glandulosa*, *Fomes fomentarius*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Neofavolus alveolaris*, *Stereum hirsutum*, *Trametes gibbosa*.



**Рис. 1.** Видове різноманіття ксилотрофних грибів в основних рослинних угрупованнях НПП «Холодний Яр»

**Дубові ліси** в районі дослідження трапляються не дуже часто, вони займають переважно острівні площі серед масиву дубово-грабових лісів. Окрім виду-едифікатора, в цих лісах трапляються також домішки липи, в'яза, ясена, сосни, берези та осики. Серед трав'янистих рослин поширені *Asarum europaeum* L., *Convallaria majalis* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce та ін. [18]. У дубових лісах виявлено 23 види дереворуйнівних грибів, з яких за кількістю також переважали базидієві гриби. Найпоширенішими видами тут виявились *Daedalea quercina*, *Exidia glandulosa*, *Fomes fomentarius*, *Neofavolus alveolaris* та *Schizophyllum commune*. Деякі найбільш поширені види ксилотрофів з території парку наведені на рисунку 2.

**Грабові ліси**, в яких окрім грабу звичайного, іноді трапляються липа, в'яз, ясен, береза, осика, сосна та дикорослі плодові дерева (яблуні та груші), налічували 27 видів ксилотрофів, серед яких 20 видів – базидієві, 7 – сумчасті. Найпоширенішими видами грибів, що зустрілись у грабових лісах, були *Chlorociboria aeruginascens*, *Xylaria polymorpha*, *Artomyces ruxidatus*, *Hymenochaete rubiginosa* та *Trametes versicolor*.

**Соснові ліси** у Холодному Яру займають острівні площі. До едифікатора іноді домішується береза. У соснових лісах виявлено 5 видів ксилотрофних грибів. Найбільш поширеними були *Xylaria polymorpha* та *Thelephora terrestris*.

В **березових** просіках з домішками *Populus tremulae* було знайдено лише 4 види, серед яких доміантами вивились *Fomes fomentarius* та *Fomitopsis betulina*, зрідка траплявся *Inonotus obliquus*.

Типовими представниками **лучних фітоценозів** були *Laetiporus sulphureus*, *Lentinus tigrinus* та *Phellinus igniarius*, зареєстровані на поодиноких екземплярах тополь та верб.



**Рис. 2.** Деякі найбільш поширені види ксилотрофних грибів на території НПП «Холодний Яр»: А – *Calycina citrina*; Б – *Chlorociboria aeruginascens*; В – *Xylaria polymorpha*; Г – *Daedalea quercina*; Д – *Fomes fomentarius*; Е – *Fomitopsis betulinus*; Ж – *Hymenochaete rubiginosa*; И – *Trametes versicolor*.

Невеликим видовим різноманіттям характеризувались і **синантропні біотопи**. До таких у Холодному Яру відносяться вирубки, утворені внаслідок лісопалу у попередні роки. На пнях спіялих ясенів було виявлено два види сумчастих ксилотрофних дискоміцета (*Ascocoryne cylichnium* та *Calycina claroflava*) та *Armillaria mellea*, рясне плодоношення якої на місцях вирубок ми відмічали протягом 2019 та 2022 років.

Завдання всебічного вивчення видів, занесених до Червоної книги України, не втрачає своєї актуальності. За період дослідження на території Холодного Яру було виявлено *Hericium coralloides* (рис. 3) – вид, занесений до останнього видання Червоної книги України під категорією «вразливий» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text>) та занесений до червоних списків багатьох європейських країн, відповідно до Compiled European Red List of the European Council for the Conservation of Fungi (<http://www.wsl.ch/eccf/candlist-subtotals.xls>).

Також на території парку вперше зареєстровано знахідку ще одного рідкісного ксилотрофа – *H. cirrhatum* (рис. 3), який також занесений до Європейського червоного списку (<http://www.wsl.ch/eccf/candlist-subtotals.xls>). Саме цей вид приурочений до територій із тривалою історією існування суцільного лісового покриву [25-26]. Відомо, що Холодний Яр – реліктовий масив вододільних лісів Придніпровської височини, який є залишком обширного суцільного лісового масиву, котрий ще в минулі століття простягався від Дніпра до Дністра та Південного Бугу [27]. Деякі автори роблять припущення, що Холодноярські ліси могли бути з'єднаними із Олешківськими лісами на півдні сучасної Херсонської області, а також із гірськими лісовими системами Криму. Проте сильне антропогенне навантаження на природне середовище призвело до значної фрагментації лісових екосистем і, як наслідок, втрати зв'язку між флорами Придніпровської височини та Кримських гір [27].



**Рис. 3.** Рідкісні види дереворуйнівних грибів для Холодного Яру: А – *Hericium coralloides*; Б – *Hericium cirrhatum*.

Залежно від ступеня порушення лісових екосистем, пошкодження певних порід дерев, стадії деструкції їхньої деревини змінюються систематична і трофічна структури ксилотрофних грибів та їх поширення відповідно.

Види, які спеціалізовані до I стадії розкладу деревини [24] (деревина зберігає кору, а видимі ознаки деструкції спостерігаються лише подекуди) на території парку представлені 98 таксонами. Вони відносяться до раних колонізаторів субстрату, які використовують як поживний субстрат і ферментативно руйнують легкодоступні компоненти деревини (резервні вуглеводи й інші сполуки). Такі гриби розглядають як кортикофільних сапротрофів. Види, які асоційовані з II стадією деструкції (кора місцями відпадає, верхній шар деревини м'який, розкладання помітне при візуальному огляді, гострі предмети проникають на значну глибину в деревину, гниль пластинчаста або призматична), відносяться до проміжних колонізаторів. Таких у парку виявлено 73 види, що здатні руйнувати важкодоступні полімери – лігнін та целюлозу. До пізніх колонізаторів належать види, приурочені до III стадії розкладу (кора місцями відпадає, залишається тільки форма стовбура, на поверхні зазвичай добре розвинені синузії мохів і лишайників) – 28 видів на території парку, які використовують та розщеплюють структурні полісахариди, залишки лігнінових комплексів та компонентів і дубильні речовини [28]. Отже, більша частина ксилотрофних видів грибів використовує як субстрат деревину I і II стадій деструкції, що в свою чергу свідчить про наявність на території парку значної кількості нерозкладеного деревного матеріалу, зокрема відмерлої деревини, яка є мікросередовищем існування грибів різних еколого-трофічних груп.

#### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

1. За результатами наших досліджень на території Національного природного парку «Холодний Яр» виявлено 139 видів ксилотрофних грибів, які поширені на 11 видах деревних порід. Новими для території парку виявились 47 видів.
2. Найбільшим видовим багатством та різноманіттям ксилотрофних грибів вирізняються дубово-грабові ліси, оскільки вони займають найбільші площі на території парку та мають достатні умови для розвитку та розмноження грибів, які здатні розкладати лігноцелюлозний субстрат.
3. Серед знахідок особливе місце займають рідкісні види грибів – *Hericium coralloides* та *H. cirrhatum*, присутність яких на території дослідження може свідчити про довготривале існування лісового покриву на території парку. Поширення

дереворуйнівних грибів парку залежить від ступеня антропогенного навантаження, ступеня механічного пошкодження певних порід дерев та стадії деструкції їхньої деревини.

- Отримані результати досліджень можуть бути використані під час організації лісопатологічного моніторингу, а також при плануванні та проведенні фітосанітарних заходів для збереження унікальних лісових масивів парку.

Завдяки різноманіттю біотопів і ступеню їхньої збереженості, парк є перспективною модельною територією для проведення подальших спеціалізованих мікологічних досліджень. Подальші довготривалі спостереження за ксилотрофним блоком парку з метою встановлення можливих тенденцій зміни видового багатства та складу його мікобіоти у світлі кліматичних змін, що відбуваються, залишаються в пріоритеті.

Окремо слід присвятити увагу такій складній та гетерогенній групі деструкторів відмерлої деревини, як кортиціоїдні базидієві гриби, спеціальні дослідження яких на території парку досі не проводились. Відомо, що деякі з них здатні до утворення ектомікоризи з деревними рослинами, що сприяє утриманню вуглецю в деревині та ґрунті і, відповідно, зменшенню парникового ефекту та глобальних змін клімату. Отже, подальші дослідження, спрямовані на вивчення видового складу кортиціоїдних грибів, їх поширення та екологічної ролі в лісових фітоценозах парку, залишаються актуальними.

### Список використаної літератури

- Чернявський, М. В., Іжик, Г. А. (2014). Відмерла деревина у букових пралісах як комплекс мікросередовищ існування грибів. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. В. 45. р. 144–149.
- Paletto, A., Ferretti, F., De Meo, I., Cantiani, P., Focacci M. (2014). Ecological and Environmental Role of Deadwood in Managed and Unmanaged Forests. *Annals of Forest Science*. 791–800.
- Runnel, K., Lohmus, A. (2017). Deadwood-rich managed forests provide insights into the old-forest association of wood-inhabiting fungi. *Fungal ecology*. 27 (B). 155–167.
- Бублик, Я. Ю., Климишин, О. С. (2016). Екологічні ніші ксилосапротрофних аскомікотів (Ascomycota) мертвого букового субстрату. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 7 (14), № 1. сс. 139–156.
- Бублик, Я. Ю. (2017). *Екологічні ніші ксилотрофних аскомікотів лісових екосистем Сколівських Бескидів*. Автореф. дис. канд. біол. наук. НАН України Державний природознавчий музей. 265 с.
- Іваненко, О. М. (2011). Афілофороїдні гриби Голосіївського лісу (м. Київ). *Укр. Ботан. журнал*. Vol. 68 (2). 237–243.
- Іваненко, О. М. (2020). *Афілофороїдні гриби Київського плато*. Автореф. дис. канд. біол. наук. Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.
- Іжик, Г. А. (2013). Гриби-деструктори відмерлої деревини в букових пралісах. *Науковий вісник НЛТУ України*. 23 (11). сс. 44 – 49.
- Криницька, О. Г., Яхницький, В. Й., Крамарець, В. О. (2021). Ксилотрофні макроміцети мішаних хвойно-листяних лісостанів Львівського Розточчя. *Науковий вісник НЛТУ України*. 31 (4). 76–81.
- Лавров, В. В., Блінкова, О. І., Іваненко, О. М., Поліщук, З. В. (2016). Консортивні зв'язки афілофороїдних грибів та *Quercus robur* L. у місцях промислового добування граніту і рекреаційної діяльності. *Біологічні студії / Studiz Biologica*. 10 (2). 163–174.
- Поліщук, З. В. (2017). Поширення і структура дереворуйнівних грибів у рекреагенно трансформованих судбрових Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 27 (6). 42–44.
- Приседський, Ю. Г., Решетник, К. С., Ситник, Ю. Ю., Юськов, Д. С. (2020). Видове різноманіття та особливості поширення дереворуйнівних грибів Немирівського району. *Наукові доповіді НУБіП України*. No. 2 (84).

13. Усіченко, А. С. (2010). *Афілофороїдні гриби Харківського Лісостепу*. Автореферат дис. на здобуття наук. ст. канд. біол. наук, спеціальність 03.00.21 – «мікологія». Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ. 23 с.
14. Шевченко, М. (2017). Афілофороїдні гриби Ічнянського національного природного парку (Україна). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*. № 13. С. 51–57.
15. Шевченко, С. М., Міронова, Н. Г., Єфремова, О. О., Кратюк, О. Л. (2019). Видове різноманіття та особливості поширення дереворуйнівних грибів у парку культури і відпочинку імені Михайла Чекмана міста Хмельницького. *Науковий вісник НЛТУ України*. 29 (1). 24–29.
16. Шевченко, М. В., Зикова, М. О. (2021). Маловідомі для України види кортиціоїдних грибів із Національного природного парку «Прип'ять-Стохід». *Укр. ботан. журнал*. Т. 78 (2). 132–138.
17. Шеляг-Сосонко, Ю.Р., Ткаченко В. С., Андрієнко Т. Л., Мовчан Я. І. (2005). Екомережа України та її природні ядра. *Укр. ботан. Журнал*. Т. 62 (12). 142–158.
18. Шеляг-Сосонко, Ю.Р., Курсон, В.В. (1979). Рослинність «Холодного Яру». *Укр. ботан. журнал*. 36(1). 67–72.
19. Пруденко, М., Джаган, В. (2005). Видовий склад грибів урочища «Холодний Яр». *Заповідна справа в Україні*. 11 (1). 21 – 28.
20. Пруденко, М., Джаган, В. (2006). Нові дані про гриби урочища «Холодний Яр». *Заповідна справа в Україні*. 12 (2). 33 – 34.
21. Джаган, В. В., Плужник, А. В. (2019). Нові знахідки грибів для урочища «Холодний Яр». *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. Розділ II. Біологія. № 16. С.156–160.
22. Плужник, А. В., Джаган, В. В. (2021). Весняні сумчасті гриби (Ascomycota) урочища «Холодний Яр». *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія:Біологія*. No. 2 (85). 37–41.
23. Kalamees, K. A. (1965). Main problems and methods of mycological research. *Problems of studying fungi and lichens*. Tartu. 14–21.
24. Гордиенко, П. В. (1979). *Екологічні особливості дереворазрушаючих грибів в лесних біогеоценозах середнього Сихотэ-Аліня*: автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва: МГУ. 20 с.
25. Boddy L., Crockatt M., Ainsworth A. (2011). Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides* and *H. erinaceus* in the UK. *Fungal Ecology*. Vol. 4. № 2. 163–173.
26. Фокшей, С., Держипільський, Л. (2019). Рідкісні види макроміцетів з урочища Каменистий (Національний природний парк «Гуцульщина»). *Укр. ботан. журнал*. Т. 76. Вип. 4. С. 362–366.
27. Мельник, В. І., Діденко, С. Я., Діденко, І. П., Галушко, О. С. (2013). Нові дані про поширення рідкісних видів *Galanthus L.* і *Agum L.* на Придніпровській височині. *Укр. ботан. журнал*. Т. 70 (4). 543–546.
28. Антоняк, Г. Л. (2013). *Екологія грибів*: монографія. Львів: ЛНУ ім. І. Франка. 628 с.

## References

1. Chernyavskyy, M. V., Izhyk, G. A. (2014). Dead wood in beech virgin forests as a complex of microenvironment existence of fungi. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*. Issue 45. p. 144–149 (in Ukr.).
2. Paletto, A., Ferretti, F., De Meo, I., Cantiani, P., Focacci, M. (2014). Ecological and Environmental Role of Deadwood in Managed and Unmanaged Forests. *Annals of Forest Science*. 791–800.
3. Runnel, K., Lohmus, A. (2017). Deadwood-rich managed forests provide insights into the old-forest association of wood-inhabiting fungi. *Fungal ecology*. 27 (B). 155–167.
4. Bublyk, Y. Yu., Klymyshyn, O. S. (2016). Ecological niches of xylosaprotrophic ascomycetes (Ascomycota) of dead beech substrate. *Scientific basis of conservation of biotic diversity*. 7 (14), No. 1. 139–156 (in Ukr.).
5. Bublyk, Y. Yu. (2017). *Ecological niches of xylotrophic ascomycetes of the forest ecosystems of the Skoliv Beskids*. PhD thesis. Lviv: State Natural History Museum. 265 p. (in Ukr.).
6. Ivanenko, O. M. (2011). Aphilophoroid mushrooms of the Holosiyiv forest (Kyiv). *Ukrainian botanical journal*. Vol. 68 (2). 237–243 (in Ukr.).
7. Ivanenko, O. M. (2020). *Aphylloroid fungi of the Kyiv Plateau*. PhD thesis. Kyiv: M. H. Kholodny Institute of Botany. 20 p. (in Ukr.).
8. Izhyk, G. A. (2013). Fungi that destroy dead wood in beech forests. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 23 (11). 44–49 (in Ukr.).

9. Krynytska, O. G., Yakhnytskyi, V. Y., Kramarets, V. O. (2021). Xylotrophic macromycetes of mixed coniferous-deciduous forests of Lviv Roztochchi. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 31 (4). 76–81 (in Ukr.).
10. Lavrov, V. V., Blinkova, O. I., Ivanenko, O. M., Polishchuk, Z. V. (2016). Consortial relationships of aphyllorphoroid fungi and *Quercus robur* L. in places of industrial granite extraction and recreational activities. *Biological studies / Studiz Biologica*. 10 (2). 163–174 (in Ukr.).
11. Polishchuk, Z. V. (2017). Distribution and structure of wood-destroying fungi in recreationally formed sudibrows of the Kyiv Plateau. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 27 (6). 42–24 (in Ukr.).
12. Prysedsnyi, Y. G., Reshetnyk, K. S., Sytnyk, Y. Yu., Yuskov, D. S. (2020). Species diversity and distribution features of wood-destroying fungi in the Nemyriv region. *Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. No. 2 (84) (in Ukr.).
13. Usichenko, A. S. (2010). *Aphyllorphoroid fungi of the Kharkiv Forest-Steppe*. PhD thesis. Kyiv: M.H. Kholodny Institute of Botany. 23 p. (in Ukr.).
14. Shevchenko, M. V. (2017). Aphyllorphoroid fungi of Ichnyansk National Nature Park (Ukraine). *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Biological Sciences*. No. 13. 51–57 (in Ukr.).
15. Shevchenko, S. M., Mironova, N. G., Efremova, O. O., Kratyuk, O. L. (2019). Species diversity and features of distribution of wood-destroying fungi in Mykhailo Chekman Park of Culture and Recreation in the city of Khmelnitskyi. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 29 (1). 24–29 (in Ukr.).
16. Shevchenko, M. V., Zykova, M. O. (2021). Little-known species of corticoid mushrooms from the National Nature Park «Prypyat-Stokhid» for Ukraine. *Ukrainian botanical journal*. Vol. 78 (2). 132–138 (in Ukr.).
17. Shelyag-Sosonko, Yu. R., Kurson, V. V. (1979). Vegetation of «Kholodnyi Yar». *Ukrainian botanical journal*. Vol. 36 (1). 67–72 (in Ukr.).
18. Shelyag-Sosonko, Yu. R., Tkachenko, V. S., Andriienko, T. L., Movchan, Ya. I. (2005). Eco-network of Ukraine and its natural subsoil. *Ukrainian botanical journal*. Vol. 62 (12). 142–158 (in Ukr.).
19. Prudenko, M. M., Dzhagan, V. V. (2005). The species composition of mushrooms of the Kholodny Yar tract. *Conservation Affairs in Ukraine*. 11 (1). 21–28 (in Ukr.).
20. Prudenko, M. M., Dzhagan, V. V. (2006). New data on the mushrooms of the Kholodny Yar tract. *Conservation Affairs in Ukraine*. 12 (2). 33–34 (in Ukr.).
21. Dzhagan, V. V., Pluzhnyk, A. V. (2019). New finds of mushrooms for the nature tract «Kholodnyi Yar». *Nature of Western Polissia and adjacent territories*. No. 16. 156–160 (in Ukr.).
22. Pluzhnyk, A. V., Dzhagan, V. V. (2021). Spring marsupial mushrooms (Ascomycota) of the nature tract «Kholodnyi Yar». *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Biology Series*. No. 2 (85). 37–41 (in Ukr.).
23. Kalamees, K. A. (1965). Main problems and methods of mycological research. *Problems of studying fungi and lichens*. Tartu: 14–21.
24. Gordyenko, P. V. (1979). *Ecological features of wood-destroying fungi in forest biogeocenoses of the middle Sikhote-Alin*. PhD thesis. Moscow: Moscow State University. 20 p. (in Rus.).
25. Boddy, L., Crockatt, M., Ainsworth, A. (2011). Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides* and *H. erinaceus* in the UK. *Fungal Ecology*. Vol. 4. № 2. 163–173.
26. Fokshei, S. I., Derzypilskyi, L. M. (2019). Rare species of macromycetes from the Kamenisty tract (Hutsulshchyna National Nature Park). *Ukrainian botanical journal*. T. 76. Issue 4. 362–366 (in Ukr.).
27. Melnyk, V. I., Didenko, S. Ya., Didenko, I. P., Halushko, O. S. (2013). New data on the distribution of rare species *Galanthus* L. and *Arum* L. in the Dnieper Upland. *Ukrainian botanical journal*. Vol. 70 (4). 543–546 (in Ukr.).
28. Antonyak, G. L. (2013). *Ecology of mushrooms*. Lviv: I. Franko National University of Lviv. 628 p. (in Ukr.).

***Pluzhnyk A.V., Dzhagan V.V. Current status and prospects of research on xylotrophic fungi of the «Kholodnyi Yar» National Nature Park.***

*«Kholodnyi Yar» National Nature Park (Kholodnyi Yar) was created by decree of the President of Ukraine in January 2022. Today, Kholodnyi Yar is becoming the main monitoring ground for zoological and botanical research in Cherkasy region. Particular attention should be paid to xylotrophic fungi which are capable of decomposition of wood – an integral and important component of natural forest ecosystems, which plays an important role in natural restoration and preservation of biodiversity.*

***Purpose.*** *To summarize the data about xylotrophic fungi, obtained by us and known from the literature, and to modernize the nomenclature-taxonomic block of xylotrophic fungi of the Kholodnyi*

Yar on the basis of the latest data and the current changes in modern taxonomy; to characterize the distribution, systematic and ecological-trophic structure of xylotrophic fungi depending on the type of biocenosis and the degree of wood destruction,

**Methods.** The collection of samples in the study area was carried out using route-expedition and stationary methods. Chamber processing of the collected material was carried out in accordance with generally accepted methods of mycological research, using the appropriate check-lists, monographs and atlases of Ukrainian and foreign authors. The degree of wood destruction was determined according to a scale that allows tree stages to be distinguished.

**Results.** As a result of generalization of own data and analysis of published literature sources, 139 species of fungi, which belong to 88 genera 50 families 16 orders of Ascomycota and Basidiomycota, were found. The xylotrophic fungi are common on 11 trees species. It was established that *Quercus robur* L. wood was the most populated - 79 species of fungi that cause various types of wood rot. Oak-hornbeam forests, which dominate, were noted for the greatest species diversity of fungi. *Daedalea quercina*, *Exidia glandulosa*, *Fomes fomentarius*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Neofavolus alveolaris*, *Schizophyllum commune*, *Xylaria polymorpha* were the most common in the park.

**Originality.** 47 xylotrophic fungi were found in the Kholodny Yar for the first time. In particular, *Hericium coralloides* which is included in the latest edition of the Red Book of Ukraine and the European Red List with the status of a rare species, was found in Kholodny Yar for the first time. A rare *Hericium cirrhatum* was found, which is also included in the Red Lists of various countries and according to literature data features territories with a long history of continuous forest cover. The relationship between the distribution of xylotrophic fungi and the stages of wood destruction was analyzed, on the basis of which the fact of the presence of a large amount of undecomposed wood material in the territory of the park was established.

**Conclusions.** Due to the diversity of biotopes and the degree of their preservation, the park is a promising model area for further specialized mycological research. The obtained results can be used during the organization of forest pathology monitoring, as well as in the planning and implementation of phytosanitary measures to preserve the unique forest areas of the Kholodny Yar. Further long-term observations of the xylotrophic block of the park with the aim of establishing possible trends of changes in the species richness and composition of its mycobiota in light of the ongoing climate changes remain a priority. The prospects of further mycological research on the territory of the Kholodny Yar are shown, during which special attention should be paid to the study of corticioid fungi (Basidiomycota).

**Key words:** mycobiota, wood-destroying fungi, rare species, forest phytocenoses, «Kholodnyi Yar».

Одержано редакцією: 28.02.2023

Прийнято до публікації: 21.03.2023

УДК 612.821 –056.262/-056.263

DOI 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-72-81

**Спринь Олександр Борисович**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра біології людини та імунології,  
Херсонський державний університет,  
aleksandrsprun@gmail.com,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7262-9030>

**Голяка Сергій Кіндратович**

кандидат біологічних наук, доцент,  
кафедра медико-біологічних основ фізичного виховання та спорту,  
Херсонський державний університет,  
s.golyaka@ukr.net,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6805-584X>

**Стамат Олександр Євгенійович**

магістр біології,  
Херсонський державний університет,  
stamat.alex16@gmail.com

## **СТАН ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ СЕНСОРНОДЕПРИВОВАНИХ УЧНІВ**

*У статті розглядається питання вивчення швидкості сенсомоторного реагування, індивідуально-типологічних властивостей ВНД, психофізіологічних функцій пам'яті та уваги в учнів 15-16 років зі слуховою і зоровою сенсорною депривацією. Виявлено, що група дітей з вадами зору характеризувалася відносно кращими показниками швидкості слухо-моторних реакцій, група дітей з вадами слуху - швидкістю зорово-моторних реакцій. З'ясовано, що серед групи дітей із слухосенсорною депривацією та учнів контрольної групи у більшій мірі властиві відносно вищі показники ФРНП та СНП, ніж учням з вадами зору. Встановлено, що відносно вищими показниками психофізіологічних функцій характеризувалися учні контрольної групи, окрім показника обсягу короткочасної пам'яті на геометричні фігури та обсягу уваги, де вищими показниками характеризувалися група дітей зі слуховою депривацією.*

**Ключові слова:** сенсомоторика, сенсорна депривація, нейродинаміка, пам'ять, увага.

### **Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій**

За останні роки серед дітей з порушеннями розвитку значне місце посідають діти, які мають вади у діяльності слухового та зорового аналізаторів. Згідно зі світовою статистикою, проблеми зі зором в прогресивних країнах до 25% дітей шкільного віку. В нашій країні 20% дітей на теперішній час мають проблеми із зором, більше 6 % населення має виражені порушення слухового аналізатора, тому проблема глухоти і туговухості набуває великого значення як і проблеми із зором [1, 5].

У дітей та підлітків сенсорна депривація викликає дискомфорт, ускладнює пізнання навколишнього світу, негативно впливає на їх соціальну активність, істотно обмежує орієнтування в просторі, обмежується вибір діяльності, оскільки зір та слух відіграють важливу роль у процесі навчання дитини та її соціалізації [4].

Як відомо, в сучасному світі організм дітей та підлітків перебуває під впливом зростаючої кількості інформаційних навантажень. Важлива роль під час переробки інформації належить не лише кірковим процесам, але й певній кількості підкоркових структур, що викликає необхідність більш широко досліджувати кортико-вісцеральні механізми регуляції психомоторної діяльності людини. Раніше дослідження психомоторики, а також переробки інформації супроводжувалось дослідженнями на



основі отримання вегетативних показників різних функціональних систем, але останнім часом значній увазі приділяються дослідження також і організації біоелектричних процесів мозку, вивчення нейродинамічних та психофізіологічних функцій [5, 7].

Дослідження впливу різних видів сенсорної деривації на прояв психофізіологічних функцій, швидкості сенсомоторного регування, що розкриваються у роботах українських вчених [1, 4, 5, 7] дозволили отримати значну кількість фактичного матеріалу, але й дотепер ще не існує чіткого розуміння психофізіологічного забезпечення життя, навчання та різних сфер діяльності дітей і підлітків із різними сенсорними дериваціями.

**Мета дослідження** – вивчити властивості основних нервових процесів та вищих психічних функцій, а також виявити нейропсихофізіологічні особливості переробки зорової інформації у людей з депривацією зору та слуху.

#### **Матеріал та методи дослідження**

У нашому дослідженні, яке тривало протягом 2020-2021 років взяло участь 95 учнів віком 15-16 років. Всіх учнів ми розподілили на три групи. До першої групи увійшли діти з нормальним зором та слухом у кількості 40 осіб з Херсонського фізико-технічного ліцею, до другої - учні із зоровою депривацією (мали аномалії рефракції ока: природжена далекозорість, астигматизм, короткозорість, на основі вивчення медичних карток) у кількості 45 осіб зі Херсонської школи-інтернату I-III ступенів ХОР, до третьої – учні із слуховою депривацією (мали природжену або рано набуту двобічну сенсоневральну приглухуватість II-III ступеня, на основі аналізу їх медичних карток та даних аудіограми) у кількості 10 осіб зі Херсонської школи-інтернату I-III ступенів ХОР.

Дослідження психофізіологічних функцій учнів проводили в дні високої розумової працездатності: у вівторок-четвер з 9.00 до 13.00 години. На початку обстеження з кожним учнем індивідуально проводилось ознайомлення з методиками дослідження.

Властивості сенсомоторних реакцій та індивідуально-типологічні властивості ВНД визначали за допомогою комп'ютерної системи «Діагност-1М» використовуючи широко відомі методики їх діагностики за методичними рекомендаціями проф. М. В. Макаренка та проф. В. С. Лизогуба [2, 3, 6].

У даній роботі ми зупинилися на методиці визначення оцінки здатності вищих відділів центральної нервової системи забезпечувати максимально можливий для кожного обстежуваного рівень швидкодії за безпомилковим диференціюванням позитивних і гальмівних подразників з врахуванням швидкості, якості та кількості їх переробки, які зумовлені високо генетично детермінованими типологічними властивостями ВНД.

Визначення швидкості сенсомоторного реагування ми розпочинали із визначення латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ЛП ПЗМР). Після визначення ЛП ПЗМР досліджували латентний період реакції вибору одного з трьох подразників (ЛП РВ1-3). Обстежуваному пред'являли ті ж самі сигнали, у тій же кількості, що й за умов визначення ПЗМР, але з врахуванням їх диференціювання. Визначення латентного періоду зорово-моторної реакції вибору двох із трьох подразників (ЛП РВ2-3) відрізнялось від попереднього тесту тим, що обстежуваному пропонували, окрім реагування правою рукою на фігуру квадрат, якнайшвидше реагувати на появу фігури коло шляхом натискання лівою рукою на ліву кнопку. У випадку фігури трикутника жодної кнопки не натискати, так як він є гальмівним.

Дослідження швидкості реагування на слухові подразники розпочинали з визначення латентного періоду простої слухо-моторної реакції (ЛП ПСМР). Після визначення ЛП ПСМР, досліджували латентний період реакції вибору одного з трьох подразників (ЛП РВ1-3). Обстежуваному пред'являли ті ж самі сигнали, у тій же кількості, що і за умов визначення ПСМР, але з врахуванням їх диференціювання.

Визначення латентного періоду слухо-моторної реакції вибору двох із трьох подразників (ЛП РВ2-3) відрізнялось від попереднього тесту тим, що обстежуваному пропонували, окрім реагування правою рукою на звук високої тональності, якнайшвидше реагувати на появу звуку низької тональності шляхом натискання лівою рукою на ліву кнопку. У випадку появи звуку середньої тональності жодної кнопки не натискати, так як він є гальмівним. Темп і тривалість експозиції та пауза між подразниками були такими, як і в попередньому дослідженні. Середні значення ЛП РВ2-3 також визначалися з 30 подразників [2].

Дослідження проведено з дотриманням основних біотичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р

Функціональну рухливість (ФРНП) та силу нервових процесів (СНП) визначали за допомогою комп'ютерної системи «Діагност-1М» у режимі зворотного зв'язку, зрівноваженість нервових процесів визначали за методикою «Реакція на рухомий об'єкт» (РРО) [3].

Обсяг короткочасної пам'яті (КЧП) визначали використовуючи різний матеріал для запам'ятовування: геометричні фігури, двозначні числа та слова. Функції уваги ми вивчали за показниками її властивостей, а саме: обсягу, продуктивності, стійкості (методика «Коректурні буквенні таблиці Анфімова»), переключення, розподілу («методика «Червоно-чорні таблиці Шульте»).

Учням першої та третьої групи завдання пропонувалися на спеціальних бланках, які необхідно було візуально опрацювати, тоді як учням другої групи – всі завдання зачитувалися експериментатором.

Отримані результати визначення властивостей нейродинамічних функцій, функцій пам'яті та уваги учнів заносилися до індивідуальних протоколів та опрацьовувалися статистично.

### **Результати та їх обговорення**

Дослідження особливостей сенсомоторного реагування відіграє важливу роль для оцінки функціонального стану організму, сприятиме розумінню фізіологічних механізмів інтегративної діяльності мозку. Під впливом різноманітних чинників, які викликають пошкодження структур організму, ініціюються компенсаторні реакції, що спрямовані на компенсацію порушеної функції.

З отриманих нами даних, можна зробити припущення, що в групах сенсорно депривованих дітей спостерігається процес компенсації втраченої функції одного аналізатора за рахунок іншого. Результати дослідження швидкості сенсомоторного реагування на різний пред'являємий матеріал представлені у таблиці 1.

Виявлено, що ЛП ПЗМР у дітей із слуховою сенсорною депривацією на фігури статистично майже не відрізняються від аналогічних показників у дітей контрольної групи. Так, у групі дітей з слуховою сенсорною депривацією показник ЛП ПЗМР становить  $272,7 \pm 4,7$  мс, а у контрольній групі дещо довші латентні періоди –  $289,5 \pm 5,6$  мс, тоді як у показник групи дітей із зоровою депривацією виявився більш тривалішим за часом виконання і становив  $362,7 \pm 6,3$  мс.

Середні значення ЛП РВ 1-3 у дітей із слуховою сенсорною депривацією були більш кращими і становили –  $408,5 \pm 6,3$  мс, у дітей контрольної групи –  $447,3 \pm 7,8$  мс, тоді як у групі дітей із вадами зору –  $485,5 \pm 5,9$  мс. При аналізі показників ЛПРВ1-3 за допомогою критерію Ст'юдента нами виявлено достовірні різниці у групах обстеження ( $p < 0,01-0,001$ ).

Таблиця 1

Середньостатистичні показники сенсомоторних реакцій у дітей

Показник	Контрольна група (n=40)	Група дітей з вадами зору (n=45)	Група дітей з вадами слуху(n=10)
Фігури			
ЛП ПЗМР	289,5±5,6*	362,7±6,3***	272,7±4,7
ЛП РВ1-3	447,3±7,8**	485,5±5,9***	408,5±6,3
ЛП РВ2-3	525,2±7,4***	573,7±5,1***	476,4±7,3
Звуки			
ЛП ПСМР	334,4±6,1	320,7±6,3	521,3±5,1###
ЛП РВ1-3	437,2±5,8###	392,3±6,9	609,6±5,6###
ЛП РВ2-3	541,8±6,4	516,3±6,1	574,1±7,2###

*Примітка:* достовірність різниці між групами \* –  $p < 0,05$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – різниця достовірна відносно показника дітей із слуховою сенсорною депривацією; ### –  $p < 0,001$  – різниця достовірна відносно показника дітей із зоровою сенсорною депривацією

Середні значення ЛП РВ 2-3 у дітей із зоровою сенсорною депривацією були тривалішими ( $p < 0,001$ ) і дорівнювали 573,7±5,1 мс, для дітей контрольної групи 525,2±7 мс, тоді як в учнів із вадами слуху середній показник виявився кращим, і становив 476,4±7,3 мс [1].

Нами було проведено і отримано результати дослідження слухомоторних реакцій у дітей зі сенсорною депривацією та контрольної групи на звукові подразники (три звуки з різною тональністю: низький, середній та високий тон).

Виявлено, що ЛП ПСМР у дітей із вадами зору на звуки статистично кращі від аналогічних показників дітей групи учнів із вадами слуху, а також дітей контрольної групи. Зокрема, у групі дітей із зоровою сенсорною депривацією середній показник ЛП ПСМР становив 320,7±6,3 мс, в контрольній групі дітей дещо триваліші латентні періоди – 334,4±6,1 мс. У групі учнів із вадами слуху показник ЛП ПСМР виявився гіршим та становив у середньому 521,3±5,1 мс. Пояснюється наявними проблемами у діяльності слухового аналізатору цих дітей, а також з високим рівнем розвитку в них просторового слуху.

Середні значення ЛП РВ 1-3 у дітей із слуховою сенсорною депривацією виявилися більш тривалими ( $p < 0,001$ ) та становили 609,6±5,6 мс, для дітей контрольної групи – 437,2±5,8, тоді як у групі дітей із вадами зору – 392,3±6,9 мс. Надто велика різниця між показниками здорових та дітей, які мають вади слуху можна пояснити таким чином, що діти яким властиві проблеми слуху набагато краще реагують на подразники низької тональності, а ніж на подразники високої тональності. При аналізі показників ЛП РВ1-3 за допомогою критерію Стьюдента нами виявлено достовірні різниці у групах обстеження ( $p < 0,001$ ).

Середні значення ЛП РВ 2-3 у дітей 15-16 років із слуховою сенсорною депривацією були тривалішими ( $p < 0,001$ ) та становили, в середньому, 574,1±7,2 мс. У дітей контрольної групи цей показник становив, в середньому, 541,8±6,4 мс. Кращі показники зафіксовано в учнів з проблемами зору, як становили, в середньому, 516,3±6,1 мс, і пояснюється це тим, що у слабкозорих дітей краще розвинена слухова пам'ять, і вони швидше здатні розуміти та визначати джерело звуку.

Отже, можна зробити узагальнення, що кращі показники слухомоторних функцій на звуки виявлено у слабозорих дітей на відміну від здорових та слабочуючих. Це пояснюється наявними проблемами слухового апарату у дітей з вадами слуху та високим рівнем розвитку просторового слуху у осіб з порушенням зору обумовлений необхідністю орієнтуватися в умовах різноманітного звукового поля. Спостерігаються суттєві відмінності між показниками ЛП РВ1-3 та ЛП РВ2-3 у сенсорно-депривованих дітей з вадами слуху на відміну від здорових.

Далі розглянемо результати дослідження властивостей основних нервових процесів у групах обстеження.

Опрацювавши цифровий масив отриманих результатів рівня функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП), можна відмітити, що найкращий показник рівня ФРНП при дослідженні в режимі «зворотного зв'язку» виявлено у слабочуючих учнів.

Нами встановлено, що серед учнів контрольної групи та групи дітей із вадами слуху досить часто зустрічаються особи із рівнем функціональної рухливості нервових процесів вищий від середнього. Тоді як групі учнів із зоровою депривацією досить часто ми спостерігали дітей, яким були властиві низькі показники рівня функціональної рухливості нервових процесів (рівень нижче від середнього).

Опрацювавши отримані результати рівня функціональної рухливості нервових процесів, можна відмітити, що показники у дітей із слуховою сенсорною депривацією статистично майже не відрізняються від показників дітей контрольної групи. Хоча, з іншого боку, у слабочуючих учнів середні показники рівня ФРНП та часу центральної обробки інформації відносно коротші.

Як ми відмітили, кращий показник рівня ФРНП нами виявлено в групі дітей з вадами слуху, який становив, в середньому,  $59,8 \pm 2,0$  с, у дітей контрольної групи становив  $64,2 \pm 1,8$  с, у дітей із проблемами зору і становив –  $73,7 \pm 1,6$  с, що виявився найгіршим (Табл.2).

Таблиця 2

Показники рівня функціональної рухливості та сили нервових процесів в учнів у режимі «зворотного зв'язку»

Показник	Контрольна група (n=40)	Група дітей з вадами зору (n=45)	Група дітей з вадами слуху (n=10)
Рівень ФРНП (с)	$64,2 \pm 1,8^{**}$	$73,7 \pm 1,6$	$59,8 \pm 2,0^{***}$
$M_{\text{цой}}$ (мс)	$116,7 \pm 1,7^{**}$	$125,2 \pm 2,0$	$113,4 \pm 1,4^{**}$
СНП (сигн./2 хв)	$236,1 \pm 6,7^*$	$212,7 \pm 7,5$	$225,1 \pm 6,8$
Мінімальна експозиція (мс)	$109,5 \pm 8,3^*$	$126,7 \pm 6,2$	$115,6 \pm 8,2$

Примітка: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  – різниця достовірна відносно показника дітей із зоровою сенсорною депривацією

Час центральної обробки інформації в учнів із слуховою сенсорною депривацією становив, в середньому,  $113,4 \pm 1,4$  мс виявився найкоротшим за показник інших двох груп обстеження, і достовірно відрізняється від аналогічних показників часу групи слабозорих дітей ( $125,2 \pm 2,0$  мс). Показники  $M_{\text{цой}}$  учнів контрольної групи майже не відрізняються від групи дітей з вадами слуху і становили, в середньому,  $116,7 \pm 1,7$  мс (Табл.2).

Здійснивши статистичний аналіз отриманих даних видно, що рівень сили нервових

процесів (працездатності головного мозку) складає, в середньому, в учнів з вадами зору при виконанні завдання на геометричні фігури  $212,7 \pm 7,5$  сигн./2 хв, у дітей контрольної групи –  $236,1 \pm 6,7$  сигн./2 хв, у групі дітей з вадами слуху –  $225,1 \pm 6,8$  сигн./2 хв (Табл.2).

Додатково для оцінки СНП (працездатності головного мозку) в режимі «зворотного зв'язку» ми використали показники мінімальної експозиції, якої досягнув обстежуваний під час виконання даного завдання. Показник працездатності головного мозку, в середньому, в групі школярів з вадами зору складав  $126,7 \pm 6,2$  мс, у групі дітей з вадами слуху –  $115,6 \pm 8,2$  мс, тоді як у дітей контрольної групи він виявився найкоротшим, і час становив  $109,5 \pm 8,3$  мс (Табл. 2).

Таким чином, здійснивши аналіз отриманих даних можна зробити припущення, що рівень працездатності головного мозку за загальною кількістю опрацьованих сигналів за певний час та мінімальної експозиції у групі дітей з вадами зору гірший порівняно із дітьми контрольної групи та групи учнів із вадами слуху. Слід відмітити, що при проходженні тестування учні, які мали проблеми із здоров'ям дуже напружували зір і призводило у них до втоми очей.

Визначення зрівноваженості нервових процесів у групах обстежуваних ми вивчали за показниками реакції на рухомий об'єкт (РРО) як результат індивідуальних відмінностей точності сенсомоторного реагування в окремої людини, а також переваги збудливого процесу над гальмівним, або ж навпаки гальмівного над збудливим без розрахункових шкал оцінок їх рівня.

Провівши обстеження в учнів контрольної групи (40 осіб) ми виявили, що у 22 осіб (55,0%) спостерігається переважання збудливого процесу над гальмівним, у 8 осіб (20,0%) – сильний тип ВНД, адже перевага точних реакцій свідчить про зрівноваженість нервових процесів; 10 осіб (25,0%) – переважання гальмівного процесу над збудливим.

У групі дітей з вадами зору (45 осіб) виявлено, що у 24 осіб (53,3%) спостерігається переважання збудливого процесу над гальмівним, у семи осіб (15,6%) – сильний тип ВНД, у 14 осіб (31,1%) – переважання гальмівного процесу над збудливим. Дітей із зрівноваженням процесів збудження та гальмування не спостерігалось. Це пояснюється тим, що порушення зорового аналізатора та гостроти зору не дають можливості учню зробити точні реакції на рухомий об'єкт.

Серед учнів з вадами слуху відмічаємо, що шести особам (60,0%) властивий збудливий тип нервової системи (переважання передчасних реакцій), чотирьом особам (40,0%) характерний гальмівний тип ВНД, адже спостерігається переважання запізнілих реакцій.

Окрім визначення швидкості сенсомоторних реакцій та індивідуально-типологічних властивостей ВНД у групах обстежуваних ми вивчали також в них особливості запам'ятовування та властивостей уваги.

При проведенні дослідження обсягу КЧП значні відмінності ми отримали серед показників між дітьми із сенсорною депривацією та контрольної групи.

Учні контрольної групи на відмінну від сенсорнодепривованих дітей характеризувалися вищими показниками пам'яті на числа та одно-/двоскладові слова. Зокрема, у контрольній групі дітей показник запам'ятовування на числа становив, в середньому,  $6,56 \pm 0,19$  бали, у групі дітей з вадами слуху –  $5,83 \pm 0,12$  бали, тоді як у групі дітей з вадами зору –  $4,87 \pm 0,21$  бали. Середні показники обсягу КЧП на одно- та двоскладові слова в учнів контрольної групи становили  $5,66 \pm 0,22$  бали, у групі дітей із зоровою депривацією –  $4,29 \pm 0,11$ , а у групі дітей з слуховою депривацією, відповідно  $5,47 \pm 0,16$  бали (Табл. 3.).

При порівнянні показників обсягу КЧП на геометричні фігури виявлено, що у слабочуючих учнів показник вищий на відміну від учнів контрольної групи. У групі дітей з вадами зору цей показник становить  $5,09 \pm 0,18$  бали. Крайній показник образної пам'яті

(запам'ятовування фігур) можна пояснити тим, що принципово по іншому відбувається формування другої сигнальної системи (образ – жест).

Таблиця 3.

Середні показники психофізіологічних функцій у дітей 15-16 років

Обсяг, к-сть знаків	Контрольна група (n=40)	Група дітей з вадами зору (n=45)	Група дітей з вадами слуху (n=10)
Обсяг короткочасної пам'яті			
геометричні фігури	6,76±0,15***	5,09±0,18	6,81±0,20***
числа	6,56±0,19***	4,87±0,21	5,83±0,12**
слова	5,66±0,22***	4,29±0,11	5,47±0,16***
Властивості уваги			
Обсяг, к-сть знаків	624,0±19,3	628,0±18,3	635,2±16,1
Продуктивність, ум.од.	546,2±16,8***	493,0±15,3	498,0±15,6
Стійкість, ум.од.	0,93±0,01	0,87±0,01	0,86±0,01
Переключення, с	295,0±8,4*	325,5±7,6	319±10,9
Розподіл, к-сть	5,7±0,15*	5,1±0,11	5,1±0,18

*Примітка:* \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  – різниця достовірна відносно показника дітей із зоровою сенсорною депривацією

За результатами проведеного дослідження виявлено, що діти із зоровою депривацією відносно гірше запам'ятовують матеріал на відміну від учнів контрольної групи та учнів із слуховою депривацією. Тобто у групі дітей з вадами зору, розвинена на низькому рівні, адже проблеми із зором накладають свій відбиток на отримані нами результати дослідження.

Увага є динамічною характеристикою діяльності, оскільки активізує потрібні і гальмує непотрібні психічні процеси, а також сприяє цілеспрямованому відбору надходженої інформації, регулює та контролює перебіг діяльності. Увагу характеризують такі властивості, як обсяг, вибірковість, продуктивність, стійкість, розподіл, переключення.

Під час проведення обстеження та отримання результатів властивостей уваги в учнів із сенсорною депривацією та контрольної групи спостерігаються значні відмінності між показниками.

Детальний аналіз отриманих результатів дослідження показав, що обсяг уваги у дітей з вадами зору та слуху дещо вищим, ніж в учнів контрольної групи. Так, у групі учнів із зоровою депривацією обсяг уваги становив, в середньому, 628,0±18,3 знаків, слуховою депривацією – 635,2±16,1 знаків, а в учнів контрольної групи – 624,0±19,3 знаків.

Аналізуючи дані з таблиці 3 можна простежити низьку швидкість переробки інформації у сенсорнодепривованих дітей. Особливістю уваги є підвищене навантаження під час сприйняття, що вимагає більш глибокого зосередження та стійкості. Внаслідок великої напруженості діти швидше втомлюються, що призводить до зниження швидкості виконання завдань та зростання кількості помилок. Можна

припустити, що це пов'язано із порушеннями діяльності центральної нервової системи, які може спричинити депривація.

Показники продуктивності, стійкості та переключення уваги вищі у дітей контрольної групи на відміну від учнів з вадами зору та слуху. В дітей з порушеннями зору та слуху відзначаються труднощі переключення уваги, їм необхідно більше часу, що призводить до зниження швидкості виконання певного завдання та збільшення кількості помилок.

Аналіз літератури дозволив припустити, що практично всі якості уваги, такі як активність, спрямованість, широта (об'єм, розподіл), можливість переключення, інтенсивність, або зосередженість, стійкість виявляються під впливом порушення зору, але діти із порушеннями зору, які здібні до високого розвитку, досягають, а деколи і перевищують рівень розвитку цих якостей у дітей з нормальним зором.

### Висновки

1. Особливості швидкості сенсомоторного реагування дітей із сенсорною депривацією показали, що група дітей із вадами зору характеризувалася відносно кращими показниками латентних періодів слухо-моторних реакцій, тоді як групі дітей з вадами слуху властиві відносно кращі показники латентних періодів зорово-моторних реакцій.
2. Результати рівня функціональної рухливості та сили нервових процесів виявили, що серед групи дітей із слухосенсорною депривацією та учнів контрольної групи частіше спостерігаються особи з рівнем функціональної рухливості нервових процесів вищим від середнього. У групі учнів із зоровою депривацією частіше спостерігаються діти з низькими показниками функціональної рухливості нервових процесів (рівень нижче від середнього). Рівень працездатності головного мозку виявився за показниками кількості опрацювання сигналів за 2 хвилини та виходу на мінімальну експозицію відносно вищим за аналогічні показники групи дітей з слуховою, депривацією і, особливо, за групи дітей із вадами зору. Більшості учнів всіх досліджуваних груп характерне переважання збудження над гальмуванням.
3. Аналіз результатів дослідження обсягу короткочасної пам'яті та властивостей уваги показав, що відносно вищими показниками характеризувалися учні контрольної групи, окрім показника обсягу короткочасної пам'яті на геометричні фігури та обсягу уваги, де вищими показниками характеризувалася група дітей зі слуховою депривацією.

### Список використаної літератури

1. Загайкан Ю.В., Спринь О.Б. Стан нейродинамічних функцій у дітей з порушеннями зорового та слухового аналізаторів. *Slovak international scientific journal*. 2019. №30. С. 14 – 18.
2. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Голяка С.К., Безкопильний О.П., Спринь О.Б. Особливості властивостей психофізіологічних функцій у спортсменів із різним рівнем спортивної кваліфікації. *Спортивна медицина*. 2008. №1. С.174-180.
3. Макаренко М. В., Лизогуб В.С., Безкопильний О.П. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини: навч.-метод. посіб. Черкаси: Вертикаль, 2014. 102 с.
4. Спринь О.Б. Обстеження сенсорнодепривованих підлітків за методикою «Діагност – 1 М». *Вісник Черкаського університету імені Богдана Хмельницького. Серія Біологічні науки*. Черкаський національний університет, 2020. №1. С. 62-70. URL <https://bio-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/3817/4085>
5. Стамат О. Є. Особливості психофізіологічних властивостей сенсорнодепривованих осіб : кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» / наук. керівник к.б.н., доцент О. Б. Спринь. – Херсон : ХДУ, 2022. – 59 с. URL <http://ekhsuir.kspu.edu/123456789/16813>
6. Makarenko MV, Holiaka SK. Individual-typological qualities of the higher nervous activity and sensomotor reactions in students with different level of sport qualifications. *Fiziol Zh*. 2005;51(4):70-4. Ukrainian. PMID: 16201154.

7. Zagaykan Yu., Spryn O., Zagaykan N.. Research of sensomotor reaction, memory and attention indicies under sensory deprivation. *Eureka: life sciences*. Tallin, 2019. Vol. 5. P. 3–12.

#### Referens

1. Zagaykan, Yu. & Spryn O. (2019) The state of neurodynamic functions in children with disorders of visual and auditory analyzers. *Slovak international scientific journal*. 30. 14–18. [in Ukrainian]
2. Makarenko, M. V., Lyzohub, V. S., Holiaka, S.K., Bezcopylnyi, O. P. & Spryn, O. B. (2008) Features of the properties of psychophysiological functions at athletes with different levels of sports qualification. *Sports medicine*. 1. 174-180. [in Ukrainian].
3. Makarenko, M. V., Lyzohub, V. S. & Bezcopylnyi, O. P. (2014) Methodical instructions to the workshop on differential psychophysiology and physiology of higher human nervous activity. Cherkasy: Vertical. 102 [in Ukrainian].
4. Spryn, O. B. (2020) Examination of sensory deprived teenagers using the "Diagnost-1 M" method. *Bulletin of Cherkasy University named after Bohdan Khmelnytsky. Biological sciences series*. Cherkasy National University. 1. 62-70 URL <https://bio-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/3817/4085> [in Ukrainian].
5. Stamat, O.Ye. (2022) Peculiarities of the psychophysiological properties of the sensory-deprived persons : qualifying work for obtaining the degree of higher education "master" / science. Head, Candidate of Science, Associate Professor O. B. Sprin. – Kherson: KhSU. 59 [in Ukrainian]. URL <http://ekhsuir.kspu.edu/123456789/16813>
6. Makarenko MV, Holiaka SK. Individual-typological qualities of the higher nervous activity and sensomotor reactions in students with different level of sport qualifications. *Fiziol Zh*. 2005;51(4):70-4. Ukrainian. PMID: 16201154.
7. Zagaykan Yu., Spryn O., Zagaykan N.. Research of sensomotor reaction, memory and attention indicies under sensory deprivation. *Eureka: life sciences*. Tallin, 2019. Vol. 5. P. 3–12.

#### ***Spryn O.B., Holiaka S.K., Stamat O.Ye. State of neurodynamic and psychophysiological function properties of sensory deprived students***

**Introduction.** *In the modern world, the body of children and adolescents is under the influence of an increasing amount of information loads. An important role during information processing belongs not only to cortical processes, but also to a certain number of subcortical structures, which makes it necessary to more widely investigate cortico-visceral mechanisms of regulation of human psychomotor activity. Previously, the study of psychomotor skills, as well as information processing, was accompanied by studies based on obtaining vegetative indicators of various functional systems, but recently significant attention has also been paid to studies of the organization of bioelectrical processes of the brain, the study of neurodynamic and psychophysiological functions.*

*The purpose of the study is to study the properties of the main nervous processes and higher mental functions, as well as to identify the neuropsychophysiological features of visual information processing in people with visual and hearing impairment.*

**Methods.** *The study was conducted among 95 students aged 15-16 years. They were divided into three groups: a control group (healthy students), a group of children with hearing impairments, and a group of children with visual impairments. The speed of sensorimotor reactions, individual-typological properties of HNA, were studied using the "Diagnost-1M" computer system, properties of memory and attention using blank methods.*

**Results.** *When studying the features of individual psychophysiological functions of children with sensory deprivation, it is observed that the group of children with visual impairments was characterized by relatively better indicators of latent periods of auditory-motor reactions, while the group of children with hearing impairments is characterized by relatively better indicators of latent periods of visual-motor reactions.*

*In the majority of the group of children with auditory-sensory deprivation and students of the control group, there were more individuals with a higher than average level of functional mobility of nervous processes, while in the group of students with visual deprivation, children with low indicators of functional mobility of nervous processes were more often observed. The working capacity of the brain, which was determined by the indicators of the number of signal processing in 2 minutes, as well as the time of going to the minimum exposure, turned out to be relatively higher than the similar indicators of the group of children with hearing deprivation and, especially, of the group of children with visual impairments. Most students of all groups are characterized by a predominance of excitement over inhibition.*



*When studying the scope of short-term memory and attention, we found that the students of the control group were characterized by relatively higher indicators, except for the indicator of the volume of short-term memory for geometric shapes and the volume of attention, where the group of children with hearing deprivation was characterized by higher indicators.*

**Conclusions.** *The study of the features of the sensorimotor response, the properties of the main nervous processes plays an important role in assessing the functional state of the body, contributes to the understanding of the physiological mechanisms of the integrative activity of the brain of children with visual and hearing impairments.*

*Differences in indicators of the properties of neurodynamic functions can be seen in the development of compensatory reactions aimed at replacing the impaired function: in groups of sensory-deprived children, the process of compensation of the lost function of one analyzer at the expense of another is noted.*

**Key words:** *sensorimotor, sensory deprivation, neurodynamics, memory, attention.*

Одержано редакцією: 06.03.2023

Прийнято до публікації: 20.03.2023

### Відомості про авторів

**Артеменко Богдан Олександрович** - кандидат біологічних наук, старший викладач, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Безкопильна Світлана Вікторівна** - доктор філософії, викладач, НДІ фізіології імені М. Босого, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Безкопильний Олександр Олександрович** – доктор педагогічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Гаврилюк Максим Никандрович** – кандидат біологічних наук, доцент, директор навчально-наукового інституту природничих та аграрних наук, Черкаський національний університет імені Хмельницького.

**Го Женхао** – аспірант, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

**Голяка Сергій Кіндратович** - кандидат біологічних наук, доцент, Херсонський державний університет

**Гречуха Сергій Васильович** - кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Джаган Вероніка Володимирівна** - кандидат біологічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

**Дяченко Ольга Андріївна** – аспірант, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

**Завгородня Вікторія Анатоліївна** - кандидат біологічних наук, викладач, Черкаський національний університету імені Б. Хмельницького.

**Ільїн Володимир Миколайович** - доктор біологічних наук, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

**Ілюха Лідія Михайлівна** - кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університету імені Б. Хмельницького.

**Каленіченко Олексій Володимирович** - кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Коваленко Станіслав Олександрович** – доктор біологічних наук, професор, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Коваль Юлія Віталіївна** - викладач, НДІ фізіології імені М. Босого, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Кожемяко Тетяна Володимирівна** – кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Кудій Людмила Іванівна** - кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Лисенко Олена Миколаївна** – доктор біологічних наук, професор, Київський університет імені Бориса Грінченка.

**Мінаєв Борис Пилипович** - доктор хімічних наук, професор, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Нечипоренко Денис Леонідович** – кандидат педагогічних наук, старший викладач, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Палійчук Ольга Володимирівна** – доктор медичних наук, професор, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Плужник Андрій Володимирович** – аспірант, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

**Рибалко Алевтина Володимирівна** - кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Спринь Олександр Борисович** - кандидат біологічних наук, доцент, Херсонський державний університет.

**Стамат Олександр Євгенійович** - магістр біології, Херсонський державний університет.

**Філіппов Михайло Михайлович** - доктор біологічних наук, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України.

**Хоменко Сергій Миколайович** - кандидат біологічних наук, доцент, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Чистовська Юлія Юріївна** – доктор психологічних наук, професор, Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

**Юхименко Лілія Іванівна** - доктор біологічних наук, доцент Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького.

## ЗМІСТ

<b>Колонка редактора</b> .....	4
<b>Рибалко А.В., Кудій Л.І., Завгородня В.А.</b> Станіслав Олександрович Коваленко /до 60 – річчя з дня народження/	5
<b>Kovalenko S, Netchyporenko D, Lysenko O.</b> The influence of biofeedback on anaerobic working capacity in jump test in the schoolchildren aged 11-12.....	11
<b>Артеменко Б.О., Хоменко С.М., Кожемяко Т.В., Ілюха Л.М.</b> Зв'язок енергетичного метаболізму волейболістів різного віку з ефективністю ігрової діяльності.....	19
<b>Безкопильна С.В., Мінаєв Б.П., Безкопильний О.О., Каленіченко О.В., Гречуха С.В.</b> Вікові особливості статокінетичної стійкості у спортсменів та не спортсменів.....	27
<b>Дяченко О.А., Філіппов М.М., Ільїн В.М., Го Женхао.</b> Моніторинг функціонального забезпечення спеціальної працездатності кваліфікованих спортсменів.....	35
<b>Коваль Ю.В., Юхименко Л.І., Чистовська Ю.Ю., Палійчук О.В.</b> Вікові особливості формування статокінетичної стійкості у осіб з депривацією слухової функції.....	46
<b>Плужник А.В., Джаган В.В.</b> Сучасний стан та перспективи дослідження ксилотрофних грибів національного природного парку «Холодний Яр».....	84
<b>Спринь О.Б., Голяка С.К., Стамат О.Є.</b> Стан властивостей нейродинамічних та психофізіологічних функцій сенсорнодепривованих учнів.....	72
<b>Відомості про авторів</b> .....	82

## CONTENT

<b>Editor column</b> .....	4
<b>Rybalko A.V., Kudii L.I., Zavorodnia V.A.</b> Stanislaw Oleksandrovych Kovalenko of the 60-Years from Birthday	5
<b>Kovalenko S, Nechyporenko D, Lysenko O.</b> The influence of biofeedback on anaerobic working capacity in jump test in the schoolchildren aged 11-12.....	11
<b>Artemenko B.O., Khomenko S.M., Kozhemiako T.V., Iliukha L.M.</b> Relationship between the functional state with the effectiveness of playing activities of volleyball players of different ages.....	19
<b>Bezcopylna S.V., Minaev B.P., Bezcopylnuy O.O., Kalenichenko O.V., Hrechukha S.V.</b> Age characteristics of statokinetic stability in athletes and non-athletes.....	27
<b>Diachenko O. A., Filippov M. M., Ilyin V. M., Guo Renhao.</b> Monitoring of the functional ensure of qualified athletes' special workability.....	35
<b>Koval Y.V., Yukhymenko L.I., Chystovska J.J., Paliychuk O.V.</b> Age-specific features of the formation of statokinetic stability in persons with hearing loss.....	46
<b>Pluzhnyk A.V., Dzhagan V.V.</b> Current status and prospects of research on xylotrophic fungi of the «Kholodnyi Yar» National Nature Park.....	84
<b>Spryn O.B., Holiaka S.K., Stamat O.Ye.</b> State of neurodynamic and psychophysiological function properties of sensory deprived students.....	72
<b>Information about the authors</b> .....	82

## АВТОРАМ ПРО ЖУРНАЛ

Для публікації в журналі «Вісник Черкаського університету. Серія. Біологічні науки» приймаються оригінальні статті, що висвітлюють актуальні проблеми сучасної біологічної науки, а також огляди (на замовлення редакції). Поданий до журналу рукопис обов'язково рецензується провідними спеціалістами у відповідній галузі. У разі необхідності рукопис направляється авторам на доопрацювання. Рукопис, що отримав недостатньо високу оцінку рецензентів, відхиляється як невідповідний профілю та вимогам до рівня публікацій журналу.

### Структура статті

1. **Індекс УДК** (зліва, великими літерами, шрифт – жирний) – кегель 12.
2. **Автор** (вирівнювання по правому краю, вказується повне прізвище, ім'я, по батькові автора, шрифт - жирний) – кегель 12.
3. **Відомості про автора** (авторів) адреса електронної скриньки (які будуть зазначені у статті), **Orcid ID** – кегель 11
4. **Назва статті** (по центру, великими літерами, шрифт – кегель 14, до десяти слів).
5. **Анотація** (українською мовою – до 50 слів із переважним застосуванням безособових конструкцій «обґрунтовано, запропоновано, виявлено, визначено» і т.д., курсивом з абзацу – кегель 11)
6. **Ключові слова** (мовою статті курсивом з абзацу, не менше 5 слів або словосполучень, з відокремленням їх одне від одного крапкою з комою). Ключові слова не повинні повторювати назви статті – кегель 11.
7. **Основний текст статті** повинен бути із виділенням відповідних елементів згідно з вимогами ВАК України (постанова №7-05/1 від 15.01.03):  
**Постановку проблеми** та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.  
**Аналіз останніх досліджень і публікацій**, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми та на які спирається автор (з посиланнями у тексті на використані джерела).  
**Визначення невирішених раніше частин загальної проблеми**, котрим присвячена стаття, актуальність проблеми.  
**Мета**.  
**Виклад основного матеріалу дослідження** із зазначенням методів та повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.  
**Висновки та перспективи подальших розвідок** у цьому напрямі.
8. Перелік використаної літератури подається після тексту статті:  
**8.1.** Під заголовком «**Список використаної літератури**» (для англійських статей: References (in language original)). Це джерела мовою оригіналу, оформлені відповідно до українського стандарту бібліографічного опису (кегель 10, через 1 інтервал, мовою оригіналу). Бібліографічний опис літературних джерел оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання») <http://library.nlu.edu.ua/Biblioteka/sait/nauka/gost/spisok-DSTU.pdf>.

**8.2.** Під заголовком «References» – ті самі джерела, але англійською мовою, оформлені за міжнародним бібліографічним стандартом (стандарт АРА) [[http://library.nmu.edu/guides/userguides/style\\_apa.htm](http://library.nmu.edu/guides/userguides/style_apa.htm)]. Назви періодичних україно- та російськомовних видань (журналів, збірників та ін.) подаються транслітерацією (див. правила української транслітерації: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/55-2010-%D0%BF>), а в дужках — англійською мовою. Наприклад: *Psihofiziologicheskie issledovaniya [Psychophysiological studies]*. Назви джерел (не менш як 10) у списку літератури розміщуються в порядку згадування в тексті (не за абеткою). Посилатися на підручники, навчальні посібники, публіцистичні статті недоцільно.

**9.** Прізвище, ім'я, по батькові автора англійською мовою (вирівнювання – по лівому краю)

**10.** Назва статті англійською мовою (вирівнювання – по середині)

**11.** Авторське резюме (структурована анотація (Summary) англійською мовою не менше 250 слів або 1 сторінка інтервалом 1 pt. **Вимоги до авторського резюме містяться нижче.**

Закордонні партнери і міжнародні бази даних висувають дуже високі вимоги до написання анотацій (Summary) не тільки в українських журналах, а й у закордонних виданнях. Із резюме до статті повинна бути зрозуміла її суть, актуальність і наукова новизна. Інформаційна відкритість анотації полегшить багатьом авторам включення їхніх статей в індекс-бази даних і підвищить рівень цитування автора.

Авторське резюме (Summary) є коротким резюме більшої за обсягом роботи, що має науковий характер. Авторське резюме може публікуватися самостійно, у відриві від основного тексту, а отже, повинне бути зрозумілим без звертання до самої публікації.

Авторське резюме до статті є основним джерелом інформації у вітчизняній і закордонній інформаційній системах і базах даних, що індексують журнал, а також у пошукових системах.

Авторське резюме англійською мовою (Summary) розміщується в англійськомовному блоці інформації про статтю, що завантажується на англійськомовній версії сайту журналу і готується для закордонних реферативних баз даних та аналітичних систем (індексів цитування).

Авторське резюме українською (російською) мовою є основою для підготовки авторського резюме англійською мовою, але англійське резюме має бути більшим за обсягом і не повторювати українську анотацію. Summary – це фактично стислий виклад статті англійською мовою, її реферування.

### **Структура та зміст авторського резюме** (не менше 250 слів або 1 сторінка інтервалом 1 pt)

ПІБ

Назва статті

- Проблема – Introduction

- Мета – Purpose

- Методи дослідження – Methods

- Основні результати дослідження – Results

- Наукова новизна результатів дослідження – Originality.

- Висновки та конкретні пропозиції автора – Conclusion

Результати роботи треба описувати точно та інформативно. Наводяться основні теоретичні й експериментальні результати, фактичні дані, виявлені взаємозв'язки і закономірності. При цьому віддається перевага новим результатам і даним

довгострокового значення, важливим відкриттям, висновкам, що спростовують існуючі теорії, а також даним, що, на думку автора, мають практичне значення.

Висновки можуть супроводжуватися рекомендаціями, оцінками, пропозиціями, гіпотезами, описаними у статті. Відомості, що містяться в назві статті, не повинні повторюватися в тексті авторського резюме. Варто уникати зайвих вступних фраз (наприклад, "автор статті розглядає..."). Історичні довідки, якщо вони не складають основний зміст документа, опис раніше опублікованих робіт і загальновідомі положення в авторському резюме не наводяться.

У тексті авторського резюме слід вживати синтаксичні конструкції, властивій мові наукових документів, уникати складних граматичних конструкцій. У тексті авторського резюме варто застосовувати ключові слова з тексту статті. Текст авторського резюме має бути лаконічним і чітким, вільним від другорядної інформації, зайвих вступних слів, загальних і незначних формулювань. Скорочення й умовні позначки, крім загальноновживаних, застосовують у виняткових випадках.

Авторське резюме (Summary) має бути написане якісною англійською мовою. Якщо автор не в змозі підготувати (Summary), що відповідає викладеним вище вимогам, він може звернутися до редакції, яка за окрему плату зробить цю роботу.

**Статті, які містять анотації, складені неправильно і (або) неякісно перекладені, не можуть бути опублікованими.**

При написанні анотації слід урахувати наступні положення:

- предмет дослідження вказується в тому випадку, якщо вони не зрозумілі із заголовка статті;
- результати роботи треба описувати точно й інформативно. Наводяться основні теоретичні й експериментальні результати, фактичні дані, виявлені взаємозв'язки і закономірності. При цьому віддається перевага новим результатам і даним довгострокового значення, важливим відкриттям, висновкам, що спростовують чинні теорії, а також даним, що, на думку автора, мають практичне значення;
- висновки можуть супроводжуватися рекомендаціями, оцінками, пропозиціями, гіпотезами, описаними у статті;
- відомості, що містяться в заголовку статті, не повинні повторюватися в тексті анотації;
- варто уникати зайвих вступних фраз (наприклад, «автор статті розглядає...»). Історичні довідки, опис раніше опублікованих робіт і загальновідомі положення в авторському резюме не наводяться;
- у тексті анотації варто вживати синтаксичні конструкції, властиві мові наукових і технічних документів, уникати складних граматичних утворів;
- скорочення й умовні позначки, крім загальноновживаних, застосовують у виняткових випадках.

## **12. Ключові слова англійською мовою.**

### **Технічні вимоги до оформлення статті:**

- Формат сторінки – А 4.
- У тексті не допускаються порожні рядки, знаки переносу, елементи псевдографіки та інші нетекстові символи.
- Обсяг статті – від 6 до 15 друкованих сторінок.
- Поля – 25 мм.
- Шрифт – Times New Roman (кегель 12), міжрядковий інтервал – 1,0.
- Абзацний відступ – 1,25 см.



- Кількість табличного матеріалу та ілюстрацій повинна бути доречною. Цифровий матеріал подається у таблиці, що має порядковий номер і назву (слово «таблиця» жирним шрифтом та її порядковий номер вирівнюються по правому краю, назва друкується рядком нижче над таблицею посередині). Ілюстрації також потрібно нумерувати і вони повинні мати назви, які вказують під кожною ілюстрацією.
- Формули виконуються за допомогою вбудованого редактора формул MS Equation курсивом і нумеруються з правого боку.
- Рисунки, виконані у MS Word, потрібно згрупувати; вони повинні бути єдиним графічним об'єктом. **Не використовувати темний фон та дрібні шрифти для рисунків.**
- Таблиці, рисунки друкуються вбудованим редактором Microsoft Word і розміщуються посередині.
- При наборі слід вимкнути автоматичний "м'який" перенос (заборонені "примусові" переноси – за допомогою дефісу). Абзаци позначати тільки клавішею "Enter", не застосовувати пробіли або табуляцію (клавіша "Tab").
- Посилання на літературу в тексті необхідно давати в квадратних дужках, наприклад, [3].
- Всі цитати мають закінчуватися посиланнями на джерела.
- Якщо в огляді літератури або далі по тексту Ви посилаетесь на прізвище вченого – його публікація має бути у загальному списку літератури після статті.
- Скорочення слів і словосполучень, окрім загальноприйнятих, не допускається.

## INFORMATION FOR AUTHORS

The electronic version of the article, executed in accordance with the following requirements, is executed in the editor of MS Word. The volume of the article - 6-15 pages (over the specified amount will be charged an additional payment).

### Structure of the article

1. The **UDC** index (on the left, in capital letters, the font – bold, font - 12). This is not important for article from other countries.

2. **The author** (alignment on the right margin, indicate full name, first name, patronymic of the author, font – bold, 12).

3. **Information about the author** (authors) e-mail address (to be specified in the article)), ORCID. – font – 11

4. **The title of the article** (centered, uppercase, font - 14, up to ten words).

5. **Summary** (in Ukrainian language - up to 50 words with the predominant use of impersonal constructions "justified, proposed, revealed, determined" etc., in italics from the paragraph) (font – 11, italics)

6. **Keywords** (in the language of the article in italics from the paragraph, not less than 5 words or phrases, with the separation of each other from each other with a semicolon). Keywords should not repeat the title of the article. (font – 11, italics)

7. **The main text of the article** should be with the allocation of the relevant elements in accordance with the requirements of the Higher Attestation Commission of Ukraine (Decree No. 7-05 / 1 of 15.01.03):

**Statement of the issue** and its connection with important scientific or practical tasks.

**The analysis of recent researches and publications**, which initiated the solutions for this issue on which the author relies (with references in the text on the sources used).

**The identification of previously unsettled parts of the general issue**, which is devoted to the article, the relevance of the issue.

**The purpose.**

**The overview of the main research material** with the indication of the methods and the full substantiation of the scientific results obtained.

**Conclusions and perspectives of further exploration** in this direction.

8. The list of used literature is given after the text of the article:

8.1. Under the heading "**List of used literature**" (for English-language articles: References (in original language), these are sources in the original language, drawn up in accordance with the Ukrainian standard of bibliographic description (key 10, in 1 interval, in the original language). Bibliographic description of literary sources is made according to DSTU 8302: 2015 "Bibliographic link: general terms and conditions of preparation") (<http://library.nlu.edu.ua/Biblioteka/sait/nauka/gost/spisok-DSTU.pdf>).

8.2. Under the heading "**References**" - the same sources, but in English, are executed according to the international bibliographic standard (**APA standard**) ([http://library.nmu.edu/guides/userguides/style\\_apa.htm](http://library.nmu.edu/guides/userguides/style_apa.htm)). The names of periodical Ukrainian and

Russian-language editions (journals, collections, etc.) are translated into transliteration (see the rules of Ukrainian transliteration: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/55-2010-%D0%BF>), and in brackets – in English. For example: *Psihofiziologicheskie issledovaniya [Psychophysiological studies]*. The names of the sources (not less than 10) in the list of references are placed in the order of mention in the text (not in alphabetical order). Reference to textbooks, tutorials, and journalistic articles is inappropriate. An example of drawing up the list of used literature is attached.

9. **Last name, first name, patronymic** of the author in English (alignment – left)

10. **The title of the article** in English (alignment – in the middle)

11. **Written summary (structured Summary)** in English is not less than 250 words or 1 page at intervals of 1 pt. **The requirements for the author's resume are contained below.**

Foreign partners and international databases put forward very high requirements for writing summaries (Summary) not only in Ukrainian journals, but also in foreign publications. From the summary to the article should be understood its essence, relevance and scientific novelty. The informational openness of the annotation will make it easier for many authors to include their articles in the index-database and increase the author's citations.

Author's summary (Summary) is a brief summary of the volume of work of a scientific nature. The author's summary may be published independently, in isolation from the main text, and therefore should be understood without reference to the publication itself.

The author's summary of the article is the main source of information in domestic and foreign information systems and databases that index the journal, as well as in search engines.

The author's summary in English (Summary) is placed in the English-language block of information on an article downloaded in the English version of the journal site and is being prepared for foreign Summary databases and analytical systems (citation indices).

The author's summary in Ukrainian (Russian) is the basis for preparing the author's summary in English, but the English summary should be larger in scope and not repeat the Ukrainian annotation. Summary – This is actually a brief summary of the article in English, its referencing.

### **Structure and content of the author's summary** (at least 250 words or 1 page at intervals of 1 pt)

Name, surname.

Title of the article

- Issue

- Purpose

- Research Methods

- Main results of the study

- Scientific novelty of the research results

- Conclusions and specific suggestions of the author

The results of the work must be described accurately and informatively. The main theoretical and experimental results, actual data, revealed interconnections and regularities are given. It gives preference to new results and long-term data, important discoveries, conclusions that refute existing theories, as well as data that, in the opinion of the author, are of practical importance.

The conclusions may be accompanied by recommendations, evaluations, suggestions, and hypotheses described in the article. The information contained in the title of the article should

not be repeated in the text of the author's resume. It is worth avoiding unnecessary introductory phrases (for example, "the author of the article considers ..."). Historical references, if they do not constitute the main content of the document, the description of previously published works and well-known provisions in the author's resume are not given.

In the text of the author's resume it is necessary to use syntactic constructions, the language of scientific documents, to avoid complicated grammatical constructions. The text of the author's summary should use the keywords from the text of the article. The text of the author's resume must be concise and clear, free of secondary information, extra introductory words, general and minor language. Abbreviations and conditional marks, except for commonly used, are used in exceptional cases.

The author's summary (Summary) should be written in high quality English. If the author is not able to prepare the Summary, which meets the requirements stated above, he may apply to the editor who will do this work for a fee

**Articles containing summaries are incorrect and (or) poorly translated, cannot be published.**

**During writing the summary, the following provisions should be taken into account:**

- the subject of the research is indicated in case that they are not understood from the title of the article;
- the results of work should be described accurately and informatively. The main theoretical and experimental results, actual data, revealed interconnections and regularities are given. It prefers new results and long-term data, important discoveries, conclusions refuting the existing theory, as well as data that, in the author's opinion, are of practical importance;
- conclusions may be accompanied by recommendations, evaluations, proposals, hypotheses described in the article;
- the information contained in the title of the article should not be repeated in the annotation text;
- Avoid unnecessary introductory phrases (for example, "the author of the article is considering ..."). Historical references, the description of previously published works and well-known provisions in the author's resume are not given;
- in the annotation text it is necessary to use syntactic constructions inherent in the language of scientific and technical documents, to avoid complicated grammatical formations;
- abbreviations and conditional marks, except for commonly used, are used in exceptional cases.

## **12. Key words in English**

### **Technical requirements for the design of the article**

- Page format - A 4.
- The text does not allow blank lines, hyphens, pseudo-graphs, and other non-text characters.
- The volume of the article - from 6 to 15 printed pages.
- The margins are 25 mm.
- Font - Times New Roman (12), line spacing - 1.0.
- Paragraph indent – 1,25 sm.

The number of table material and illustrations should be relevant. The digital material is presented in a table having a serial number and a name (the word "table" (in bold) and its serial number are aligned on the right edge; the title is printed in a row below the middle of the table). Illustrations should also be numbered and they should have the names indicated by each illustration.

Formulas are executed using the built-in MS Equation formula editor in italics and

numbered on the right side.

Figures executed in MS Word must be grouped; they should be the only graphic object. **Do not use a dark background and fine print for figures.**

Tables, figures are printed by the built-in Microsoft Word editor and placed in the middle.

When typing, turn off automatic "soft" transfer (forbidden "forced" transfers - using a hyphen). Summaries only use the "Enter" key, do not apply spaces or tabs ("Tab" key).

References to the literature in the text should be given in square brackets, for example, [3].

All citations should end with references to sources.

If you refer to the scientist's name in the literature review or further in the text - his publication should be in the general literature list after the article.

The abbreviation of words and phrases other than the generally accepted ones is not allowed.

**ВІСНИК  
ЧЕРКАСЬКОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ**

Серія біологічні науки  
№1. 2023

Відповідальний за випуск  
*Лизогуб В.С.*

Відповідальний секретар:  
*Світлова О.Д.*

Комп'ютерне верстання  
*Хоменко С.М.*

Підп. до друку 26.06.23. Формат 60x84 /8.  
Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 10,86. Тираж 300 прим.



Це видання надруковано на папері  
із деревини, відповідної нормам  
екологічного лісовикористання



**Видавець ФОП Гордієнко Є.І.**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції Серія ДК № 4518 від 04.04.2013 р.  
вул. Святотроїцька, 73, м. Черкаси,  
Україна, 18000, тел. +38 (067) 444-28-94  
e-mail: book.druk@gmail.com

  @drukcherkasy