

DOI: 10.26693/JMBS04.06.301

УДК 612.821.34:796

Босенко А. І.<sup>1</sup>, Долгієр Є. В.<sup>1</sup>, Плиско В. І.<sup>2</sup>,  
Глуценко І. І.<sup>3</sup>, Топчій М. С.<sup>1</sup>

## ВПЛИВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ І ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА РОЗУМОВУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПІДЛІТКІВ

<sup>1</sup>Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського,  
Одеса, Україна

<sup>2</sup>Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Україна

<sup>3</sup>Херсонський державний університет, Україна

bosenco@ukr.net

*Метою дослідження* було вивчення особливостей термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків за умов впливу напруженої розумової діяльності і фізичних навантажень.

У роботі проведено порівняльний аналіз особливостей термінових реакцій центральної нервової системи 11 хлопців (майбутніх абітурієнтів) під впливом розумового навантаження у вигляді пробного зовнішнього незалежного оцінювання з біології та групи підлітків-волейболістів (n=10) за умов виконання специфічних фізичних навантажень (тренувань). Оцінка функціонального стану центральної нервової системи проводилася за допомогою методики Е. Ландольта, яка відноситься до групи коректурних тестів.

Аналіз характеру змін критеріїв розумової продуктивності свідчить про низьку надійність працездатності обстежуваних обох груп у стані спокою. Під впливом специфічних навантажень основні показники інтелектуальної працездатності оптимізувалися у волейболістів до середнього рівня і мали тенденцію до зниження у старшокласників, що реєструвалося вже на початку роботи та відобразило ранній розвиток ознак втоми.

Дослідження термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків виявило низькі та середні якісні ознаки їх розумової працездатності у стані спокою, які під впливом тестування за програмою зовнішнього незалежного оцінювання та фізичного тренування мали тенденцію до підвищення. Кількісні результати характеризувалися до навантаження вище за середні і високими показниками у обох груп. Вказані властивості покращувалися у старшокласників після тестування за ЗНО, але знижувалися у волейболістів після фізичного тренування, що обумовлює необхідність корекції функціонального стану центральної нервової системи осіб підліткового віку з метою усунення

дисгармонійності між фізичним та розумовим компонентами їх особистісного розвитку та підвищення адаптаційних можливостей.

**Ключові слова:** розумова працездатність, підлітки, центральна нервова система.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано згідно з планом науково-дослідної роботи кафедри біології і охорони здоров'я ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» за темою «Адаптація дітей і молоді до навчальних та фізичних навантажень (юнаки 17-21 років)», № державної реєстрації 0114U007158.

**Вступ.** Сучасні умови розвитку суспільства передбачають високі вимоги до інтелектуальних та фізичних можливостей учнівської молоді, завдяки чому останні десятиріччя питання вивчення їх фізичної і розумової діяльності на тлі існуючих екологічних проблем, малорухливого способу життя, рівня стресового навантаження набуває особливої актуальності і виконує роль цільових орієнтирів в постійному контролі й управлінні процесом охорони і зміцнення здоров'я [1, 2, 3].

На думку багатьох дослідників, розумова працездатність визначається її продуктивністю, тривалістю, глибиною та направленістю змін рухливості нервових процесів. Динаміка коркових процесів, швидкість переробки інформації та ефективність інтегративної діяльності мозку відображає функціональний стан центральної нервової системи (ЦНС) [4, 5, 6].

Аналіз актуальних досліджень свідчить, що різні аспекти функціонального стану ЦНС вивчалися як у школярів, так і студентів різних років навчання. Показано різну ступінь і спрямованість його змін, що чітко спостерігаються протягом дня, тижня, півріччя та навчального року в цілому [7, 8, 9, 10]. Існує ряд досліджень вивчення характеристик вищої

нервової діяльності, присвячених плануванню заходів забезпечення оптимальних умов навчання та підготовки учнівської молоді до успішної здачі іспитів, зокрема введення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО). Однією з ідей впровадження ЗНО було зменшення розумового навантаження і психологічного напруження майбутніх абітурієнтів за рахунок уникнення великої кількості випускових шкільних, а потім – вступних іспитів до закладів вищої освіти (ЗВО). У доступній літературі щодо визначення наукового підґрунтя уведеним нормам ЗНО зазначено відомий у теорії педагогічних вимірювань метод Ангоффа [11], який визначає (оцінює) достовірність правильної відповіді від мінімально підготовленого абітурієнта та шляхом усереднення визначення порогового балу, що значно збільшує лінійку рейтингових результатів, за якими абітурієнти зараховуватимуться до ЗВО. Застосування цих заходів сприяє зниженню тривоги та стресу юнаків, які породжуються коливанням їх емоційної сфери під час тестування.

Відомо, що розумове навантаження у вигляді будь-якого іспиту викликає зміни розумової працездатності, які характеризуються різними тривалістю і співвідношенням періодів впрацювання, стійкої високої працездатності та періоду її зниження. Виявлено також, що функціональна рухливість нервових процесів характеризує рівень виконання роботи (розумову працездатність) конкретного індивіда, що передбачає поряд з позитивними й реакції напруження: екстрене перемикання дій, швидку послідовну зміну процесів збудження і гальмування [10, 11, 12]. Однак, відмінність у методичних підходах вивчення властивостей нервових процесів, різний контингент (вік, стать, спортивна кваліфікація тощо) обстежених, локальність досліджень не дають до теперішнього часу можливості скласти досить повну психофізіологічну характеристику функціонального стану ЦНС. Відзначається також утруднення у створенні коректної класифікації напруженості розумової діяльності, відсутність комплексних методів оцінки і регламентації навантаження.

У зв'язку з цим необхідність оптимізації та своєчасного коригування навчального процесу шляхом контролю термінових змін у функціональному стані ЦНС, яка характеризує процес поточного пристосування організму до здійснюваної ним роботи, лишатиметься актуальною.

**Мета дослідження** – визначити особливості термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків за умов впливу напруженої розумової діяльності і фізичних навантажень.

**Матеріал та методи дослідження.** У дослідженнях щодо впливу ЗНО на функціональний

стан ЦНС взяли участь 38 старшокласників (11 хлопців і 17 дівчат) – майбутніх абітурієнтів, до та після розумового навантаження у вигляді пробного зовнішнього незалежного оцінювання з біології. У статті використані дані тільки хлопців, оскільки порівняльний аналіз особливостей термінових реакцій ЦНС здійснювався за результатами попередньо проведеного аналогічного дослідження групи підлітків-волейболістів (n=10) за умов виконання специфічних фізичних навантажень (тренувань) [13]. Середній вік обстежених складав, відповідно, 16,43±0,20 і 15,3±0,15 років, який згідно з віковою періодизацією відноситься до підліткового періоду.

Оцінка функціонального стану ЦНС проводилася за допомогою методики Е. Ландольта [14], яка відноситься до групи коректурних тестів. У дослідженні застосовувалися спеціальні бланки, що містили випадковий набір кілець з розривами, спрямованими в різні сторони. Обстежені переглядали ряд і викреслювали певні зазначені в інструкції кільця. Для характеристики надійності працездатності за показниками продуктивності й точності роботи будували графіки, на яких завдавали час виконання тесту з кроком 2 хвилини та відповідну моменту вимірювання величину продуктивності або точності.

Математична обробка даних була здійснена із використанням стандартних програм (Microsoft Excel, Statistica 6.0). Достовірними вважалися відмінності між середніми арифметичними значеннями, які не перевищували рівня значущості ( $p \leq 0,05$ ).

Дослідження проводилося з дотриманням біоетичних норм Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1977 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, міжнародних рекомендацій з проведення медико-біологічних досліджень, наказу МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р., етичного кодексу вченого України (2009).

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Проведені нами дослідження дозволили здійснити порівняльний аналіз термінових змін у функціональному стані ЦНС старшокласників під впливом розумових та фізичних навантажень (табл. 1).

**Таблиця 1** – Загальна кількість переглянутих підлітками кілець за 10 хвилин за умов впливу напруженої розумової та фізичної діяльності

Група	Тип навантаження	Qt до навантаження		Qt після навантаження	
			$m_x$		$m_x$
Волейболісти	Фізичне	1864,3	68,00	1918,1	68,26
Старшокласники	Розумове	1904,81	78,36	2204,10*	89,43

**Примітка:** \* –  $p < 0,05$ .

Результати обстеження свідчать, що інтегральна психофізіологічна характеристика особи, якою є загальна працездатність, і яка оцінюється загальною кількістю переглянутих кілець (Qt), старшокласників – учасників ЗНО, як до (недостовірно), так і після розумового навантаження (на 10 %,  $p < 0,05$ ) була більшою, ніж у волейболістів в умовах спортивного тренування. Зазначимо, що післяробочі зміни характеризувалися у волейболістів недостовірним позитивним зрушенням (2,9 %), у той час як у старшокласників відбувався значний ( $p < 0,05$ ) приріст розумової працездатності, що вказує на позитивний вплив процесу ЗНО на цю психофізіологічну характеристику.

Водночас зростання кількості обробленої інформації у юних спортсменів супроводжувалося і більшою якістю роботи, про що свідчить число пропущених і неправильно закреслених кілець за 10 хвилин (Nt), яке, порівняно із станом спокою за умов фізичного навантаження, було у середньому на 46,63 % меншим ( $p < 0,05$ ), і на 13,9 % кращим, ніж у старшокласників під впливом розумової діяльності (табл. 2). Чітко простежується поліпшення якості розумової роботи в обох групах після специфічних навантажень, яке досягало у учасників ЗНО понад 50 % ( $p < 0,001$ ).

**Таблиця 2** – Кількість пропущених і неправильно закреслених підлітками кілець за 10 хвилин після напруженої розумової та фізичної діяльності

Група	Тип навантаження	Nt до навантаження		Nt після навантаження	
		( $\bar{X}$ )	$m_x$	( $\bar{X}$ )	$m_x$
Волейболісти	Фізичне	29,6	5,08	15,8*	3,37
Старшокласники	Розумове	35,69	1,49	18,0**	1,42

**Примітки:** \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,001$ .

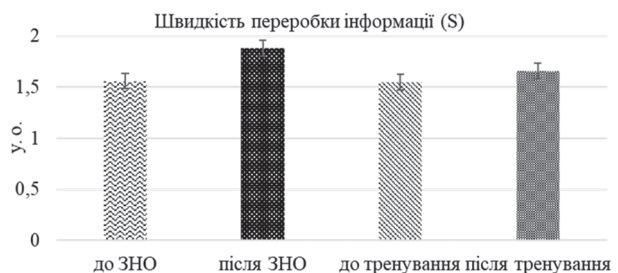
Слід зазначити, що якість роботи волейболістів була вищою на всіх етапах дослідження. Разом з тим, вони демонстрували значну варіативність індивідуальних значень якості роботи як у стані спокою, так і після тренувань, що вочевидь обумовлювалося повсякденністю тренувального процесу, в той час як у учасників ЗНО жорсткість меж відповідної реакції ЦНС спричинялася більшим емоційним напруженням і мотивацією отримати високі оцінки за його результатами [3, 7, 14, 15].

Отже, такі психофізіологічні характеристики, як обсяг і якість виконаної розумової роботи, виявляють у підлітків залежність від виду адаптації – фізичної або розумової. Старшокласники, професійно орієнтовані і, відповідно, підготовлені до участі у ЗНО, демонструють більшу розумову працездат-

ність при дещо нижчій її якості, що може пояснюватися психоемоційним впливом самого процесу ЗНО.

З метою вивчення функціональної рухливості нервової системи підлітків розраховувалася швидкість переробки інформації (S), яка опосередковано характеризує швидкість поширення нервових імпульсів, центральної переробки інформації і прийняття рішення, а також динамічність основних нервових процесів – збудження і гальмування (швидкість їх взаємозаміни), що обумовлює повсякденну поведінку особистості [4, 13, 14]. Аналіз одержаних даних демонструє, що швидкість переробки інформації у представників обох груп у стані спокою була однаковою і відповідала високому рівню (рис. 1).

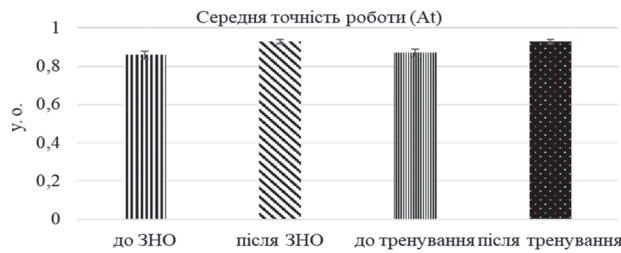
Виконання тестових завдань після розумових і фізичних навантажень викликає у 91 % обстежених суттєве зростання швидкості переробки інформації. В значній мірі її збільшення відмічається після розумового навантаження (на 16,98 %), порівняно із змінами після фізичного навантаження (7,1 %). Отже, і за третім критерієм розумової працездатності показано позитивний вплив і розумових, і фізичних навантажень.



**Рис. 1.** Зміни швидкості переробки інформації підлітків за умов впливу напруженої розумової (старшокласники – учасники ЗНО) та фізичної діяльності (волейболісти)

Дослідження середньої точності роботи (At) обстежених, що характеризує здібність особи до диференціювання гальмівних і позитивних подразників, відбиває силу нервових процесів у ЦНС, за суттю подібно складній зорово-руховій реакції і визначає здатність людини до безпомилкового виконання завдань, виявило, що в обох групах обстежених відбувалося достовірне ( $p < 0,05$ ) післяробоче підвищення середньої точності в діапазоні 6-7 відсотків та в обох випадках змінювалася від середнього до вище середнього рівня точності (рис. 2).

Цікаво відмітити, що за цим критерієм представники обох груп показали близькі результати, які підпорядковувалися нормальному розподілу, про що свідчать практично однакові значення середньоарифметичної, модальної та медіанної точності роботи.



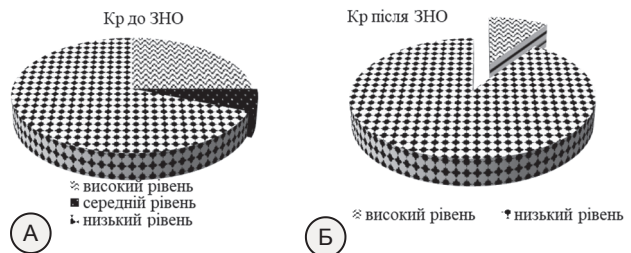
**Рис. 2.** Середня точність інтелектуальної роботи підлітків, за умов впливу напруженої розумової та фізичної діяльності

Аналіз отриманих даних за показником середньої продуктивності, який характеризує обсяг виконаної роботи (переробленої інформації) обстеженими за 10 хвилин (Pt), виявив високий рівень продуктивності як у волейболістів, які виконували фізичне навантаження, так і старшокласників, які виконували розумове навантаження, однак, останні демонстрували підвищення продуктивності на 16,11 % більше, ніж волейболісти після фізичного навантаження.

Амплітуда коливань середньої продуктивності (Pmax–Pmin) після фізичного навантаження волейболістів стала більшою на 29,74 % ніж старшокласників після розумового навантаження, та відповідає в обох групах обстежених високому рівню варіативності.

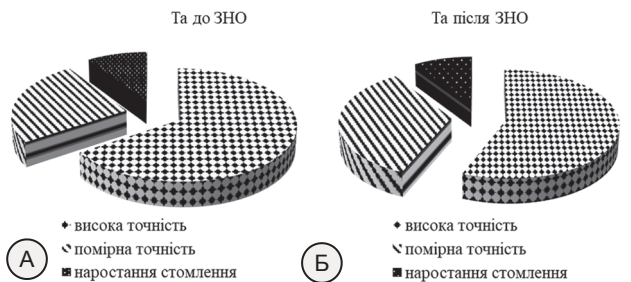
Отже, дослідження показало що високий рівень продуктивності підлітків характеризується значним її коливанням, що є негативним чинником для стабільного функціонального стану ЦНС. Відповідно, за такого співвідношення цих критеріїв будуть страждати результати діяльності.

Визначення здатності людини до тривалого підтримання рівня продуктивності без ознак втоми здійснювалося за допомогою коефіцієнту витривалості (Кр), який також характеризує силу нервового збуджувального процесу, резистентності нервових клітин до дії подразника [14]. Результати аналізу динаміки коефіцієнту витривалості виявили у стані спокою до розумового навантаження у 68,75 % старшокласників низький, у 25 % – високий і у 6,25 % – середній рівень витривалості. Після розумового навантаження у 90,63 % старшокласників Кр був на низькому, у 9,37 % – на високому рівні (рис. 3). Кр юних волейболістів як до, так і після фізичного навантаження відповідав низькому рівню. Отже, одержані результати схильють до висновку, з однієї сторони, про низьку розумову витривалість підлітків взагалі, а, з іншої, – про те, що ані напружена фізична, ані напружена розумова діяльність не сприяють покращенню означеної характеристики у цьому віці.



**Рис. 3.** Коефіцієнт витривалості підлітків, за умов впливу напруженої розумової (А – старшокласники – учасники ЗНО) та фізичної (Б – волейболісти) діяльності

Спроможність людини до константного підтримання встановленого рівня точності (At) без ознак втоми, тобто витривалість розумової діяльності вивчалася за допомогою коефіцієнту точності (Та), що дозволило визначити обстежених, які найменш ефективні будуть у діяльності, що висуває підвищені вимоги до точності роботи, як у нашому випадку: за великої кількості помилок у ситуаційних видах спорту, яким є волейбол, так і у роботі над завданнями ЗНО, позитивних результатів очікувати марно (рис. 4).



**Рис. 4.** Коефіцієнт точності розумової роботи учасників ЗНО, за умов впливу напруженої розумової діяльності (А – до ЗНО, Б – після ЗНО)

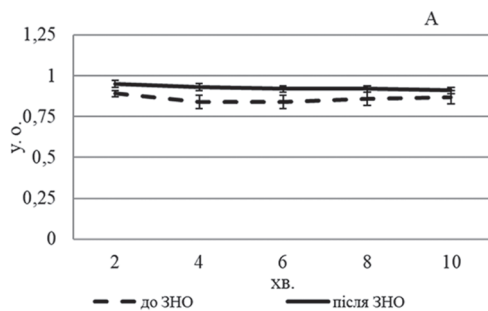
Встановлено, що коефіцієнт точності у 65,63 % обстежених старшокласників до розумового навантаження був на високому, у 25,00 % – на помірному рівні, 9,37 % школярів демонстрували наростання стомлення.

Після напруженого розумового навантаження висока точність спостерігалася у 56,25 % обстежених, 34,37 % – мали помірну точність та 9,38 % – наростання стомлення. Під впливом фізичного навантаження у волейболістів коефіцієнт точності залишався без значних змін. Тобто можна резюмувати, що напружена розумова діяльність за програмою ЗНО з біології знижувала точність роботи за тестом Ландольта.

Нами розраховувалося співвідношення динаміки продуктивності (P) та точності (A) роботи.

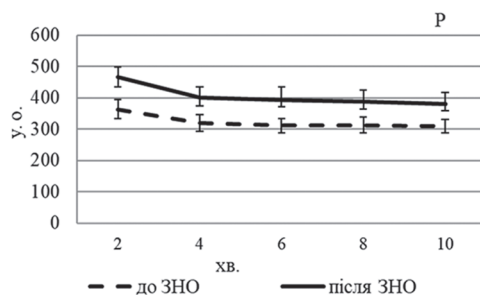
Аналіз отриманих даних дозволяє констатувати, що точність (A) у обстежених під впливом

розумового навантаження поступово знижувалася. Так, у підлітків на початковому етапі обстеження (4-а хв) спостерігалось невелике зниження точності, яка у кінці роботи підвищилася до вихідного рівня (рис. 5).



**Рис. 5.** Співвідношення динаміки точності роботи підлітків до та після ЗНО за умов впливу напруженої розумової діяльності

Вивчення динаміки продуктивності (P) у обстежених свідчило про її підвищення після напруженого розумового навантаження та демонструвало поступове зниження від початку до кінця роботи за таблицями Ландольта як до, так і після ЗНО (рис. 6).



**Рис. 6.** Співвідношення динаміки продуктивності роботи підлітків до та після ЗНО за умов впливу напруженої розумової діяльності

Вивчення характеру змін продуктивності в процесі виконання завдання і зіставлення її з динамікою точності дозволили дійти висновку про надійність роботи, яка визначала ймовірність підтримки ефективності діяльності за наявності ознак втоми. Отримані дані свідчать про низьку надійність працездатності обстежуваних старшокласників. Постійне падіння продуктивності, яке починалося практично на початку роботи, при середньому або низькому рівні точності відображало ранній розвиток ознак втоми.

Обстеження юних волейболістів дозволило констатувати, що до фізичного навантаження вони мали низький рівень надійності, після тренування – середній.

Дослідження термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків виявило низькі та середні якісні ознаки їх розумової працездатності у стані спокою, які під впливом тестування за програмою ЗНО та фізичного тренування мали тенденцію до підвищення. Кількісні результати характеризувалися до навантаження вище за середні і високими показниками. Вказані властивості підвищувалися у старшокласників після тестування за ЗНО, але знижувалися у волейболістів після фізичного тренування.

Проведене дослідження свідчить про необхідність корекції функціонального стану ЦНС підлітків. Особливої уваги потребують школярі, які мали прояви інертності нервової системи, незважаючи на те, що відносилися до підготовлених, професійно-орієнтованих учнів. Отже, інертність нервової системи може стати причиною неуспішності в школі, якщо дана особливість не враховується, а навчальне навантаження надмірне або неввірно організоване. Підвищене напруження нейроендокринних механізмів може бути викликане вимушеністю працювати в загальному, занадто швидкому темпі. Таким дітям, на думку фахівців [2, 6, 9] необхідний індивідуальний темп навчальної діяльності для повного розкриття наявних у них здібностей. На жаль, вчителі та батьки не завжди звертають увагу на відповідність навчального навантаження функціональним можливостям дитячого організму, провокуючи напруження або зрив адаптації, які у значній мірі притаманні підлітковому віку.

Крім того, спостереження та корекція функціонального стану ЦНС має особливе значення у зв'язку з тим, що майбутні абітурієнти закладів вищої освіти зіткнуться з різноманітними видами розумової діяльності та складністю завдань технічного, біологічного, соціального змісту, які під час вступної кампанії та у процесі навчання повинні розв'язуватись у обмежений відрізок часу. Нерідко, внаслідок цього, розумова і творча активність перевищує адаптаційні можливості людини. Одним із шляхів поліпшення функціонального стану ЦНС є використання раціонально побудованої рухової активності, яка вирішує проблеми дисгармонійності між фізичним та розумовим компонентами особистісного розвитку, стимулює фізичну і розумову працездатність. Розвиток витривалості, продуктивності, точності, надійності та працездатності ЦНС, з урахуванням особливостей вищої нервової діяльності індивіда, має особливе значення в умовах сучасних вимог системи освіти.

#### Висновки

1. Аналіз сучасної науково-методичної літератури, узагальнення досвіду провідних фахівців і результатів власних досліджень свідчать про відсутність

коректної класифікації напруженості розумової діяльності учнівської молоді та комплексних методів оцінки адаптаційних процесів до здійснюваної роботи, у зв'язку з чим питання контролю термінових змін функціональному стану організму, зокрема центральної нервової системи, лишатимуться актуальними.

2. Дослідження термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків виявило, що швидкість переробки інформації та середня продуктивність роботи в значній мірі збільшувалися після розумового навантаження у старшокласників, середня точність підвищувалася в обох групах обстежених. Коефіцієнт витривалості, як у більшості старшокласників, так і волейболістів був на низькому рівні до та після розумового навантаження. Коефіцієнт точності старшокласників до розумового навантаження був на високому рівні, але після напруженого розумового навантаження кількість обстежених старшокласників, які мали високий рівень, знизилася. Під впливом фізичного навантаження у волейболістів коефіцієнт точності залишався без значних змін.
3. Аналіз характеру змін продуктивності в процесі виконання завдання і зіставлення її з динамікою точності свідчать про низьку надійність працездатності обстежуваних обох груп у стані спокою,

яка підвищилася у волейболістів до середнього рівня, але мала тенденцію до зниження у старшокласників, яке починалося практично на початку роботи та відображало ранній розвиток ознак втоми.

4. Дослідження термінових змін функціонального стану центральної нервової системи підлітків виявило низькі та середні якісні ознаки їх розумової працездатності у стані спокою, які під впливом тестування за програмою ЗНО та фізичного тренування мали тенденцію до підвищення. Кількісні результати характеризувалися до навантаження вище за середні і високими показниками. Вказані властивості підвищувалися у старшокласників після тестування за ЗНО, але знижувалися у волейболістів після фізичного тренування, що обумовлює необхідність корекції функціонального стану центральної нервової системи осіб підліткового віку з метою усунення дисгармонійності між фізичним та розумовим компонентами їх особистісного розвитку та підвищення адаптаційних можливостей.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у вивченні термінових змін функціонального стану центральної нервової системи, її властивостей в залежності від віку, статі та характеристик чинників впливу.

## References

1. Bezrukih MM, Sonkin VD, Farber DA. *Vozrastnaya fiziologiya (fiziologiya razvitiya rebyonka)* [Age physiology (physiology of child development)]. Uchebnoje posobie. M: Izdatelskij tsentr «Akademiya»; 2007. 416 p. [Russian]
2. Kurinna VV. Vplyv fizichnogo vyhovannya na rozumovu pratsezdatsnist shkolyariv [The impact of physical education on the mental performance of schoolchildren]. *Teoriya ta metodika fizichnogo vihovannya*. 2009; 11: 16–35. [Ukrainian]
3. Lyzogub VS, Makarenko MV, Koval YuV. Tochnist sensomotornoyi reaktyvnosti yak kryterij ocinky zrivnovazhenosti nervovyyh procesiv [Accuracy of sensorimotor reactivity as a criterion steadiness of nervous processes]. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2015; III(7/58): 35–8. [Ukrainian]
4. Makarenko MV, Lyzogub VS. Maksymalnyj temp ruhovyyh reakcij lyudyny ta vlastyvoli osnovnyh nervovyyh procesiv [Maximal rate of moving reactions in humans and peculiarities of basic nervous processes]. *Fiziologichnyi Zhurnal*. 2002; 48(5): 62–6. [Ukrainian]
5. Mantrova IN. *Metodicheskoe rukovodstvo po psihofiziologicheskoy i psihologicheskoy diagnostike* [Methodical guide for psychophysiological and psychological diagnostics]. ООО «Nejrosoft»; 2008; 216 p. [Russian]
6. Revenko EM, Salnikov VA. Sootnoshenie dinamiki dvigatelnyh i umstvennyh sposobnostej u studentov [The ratio of the dynamics of motor and mental abilities in students]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 2008; 11: 24–30. [Russian]
7. Smirnov VM, Yakovlev VN. *Fiziologiya centralnoj nervnoj sistemy* [Physiology of the central nervous system]. Ucheb posobie. M: Akademiya; 2004. 352 p. [Russian]
8. Buzsáki G, Kaila K, Raichle M. Inhibition and brain work. *Neuron*. 2007; 56(5): 771–83. PMID: 18054855. PMCID: PMC2266612. DOI: 10.1016/j.neuron.2007.11.008
9. Yuhimenko LI, Homenko SM, Kyenko VM, Furtatova SV. Zv'yazok indyvidualno-typologichnyh osoblivostej VND z reakciyami sercevo-sudynnoyi sistemy na rozumovi navantazhennya riznogo stupenya skladnosti [Connection of individual typological properties HNP with reaction of the cardiovascular system on mental loads of varying difficulty]. *Fiziologichnyi Zhurnal*. 2006; 52(2): 85–6. [Ukrainian]
10. Grosbras MH, Leonards U, Lobel E, Poline JB, LeBihan D, Berthoz A. Human cortical networks for new and familiar sequences of saccades. *Cereb Cortex*. 2001; 11(10): 936–45. PMID: 11549616. DOI: 10.1093/cercor/11.10.936
11. Shevchenko SE, Prohorova EF. Ustanovlenie standartu prohodnogo balla: validnost, nadezhnost, praktichnost [Standard Setting: validity, reliability, practicality]. *45th International Philological Conference*. Atlantis Press. 2017; 122: 484–7. [Russian]

12. Sporns O, Chialvo DR, Kaiser M, Hilgetag CC. Organization, development and function of complex brain networks. *Trends Cogn Sci.* 2004; 8(9): 418–25. PMID: 15350243. DOI: 10.1016/j.tics.2004.07.008
13. Bosenko AI, Dolgiyer YeV. Osoblivosti terminovoyi adaptaciyi centralnoyi nervovoyi sistemi volejbolistiv [Features of urgent adaptation of teen volleyball players' central nervous system]. *Sumy: Sumskiy derzhavnyj pedagogichnyj universitet imeni AS Makarenka.* 2018; 3(77): 27–38. [Ukrainian]
14. Sysoev VN. *Test E Landolta: diagnostika rabotosposobnosti* [E Landolt test: diagnostics of work capacity]. Metodicheskoe rukovodstvo. SPb: Imaton; 2003. 31 p. [Russian]
15. Bosenko AI, Dolgiyer YeV. Otsinka funktsionalnyh mozhyvostej centralnoyi nervovoyi systemy yunakiv [Estimation of functional possibilities central nervous system of young men]. *Chernigiv: Chernigivskiy natsionalnyj pedagogichnyj universitet imeni TG Shevchenka.* 2017; 143: 139–43. [Ukrainian]

УДК 612.821.34:796

### **ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПОДРОСТКОВ**

**Босенко А. И., Долгийер Е. В., Плиско В. И., Глущенко И. И., Топчий М. С.**

**Резюме.** Целью исследования было изучение особенностей срочных изменений функционального состояния центральной нервной системы подростков в условиях воздействия напряженной умственной деятельности и физических нагрузок.

В работе проведен сравнительный анализ особенностей срочных реакций центральной нервной системы 11 мальчиков (будущих абитуриентов) под влиянием умственной нагрузки в виде пробного внешнего независимого оценивания по биологии и группы подростков волейболистов (n=10) при условии выполнения специфических физических нагрузок (тренировок). Оценка функционального состояния центральной нервной системы проводилась с помощью методики Э. Ландольта, которая относится к группе корректурных тестов.

Анализ характера изменений критериев умственной продуктивности свидетельствует о низкой надежности работоспособности обследуемых обеих групп в состоянии покоя. Под влиянием специфических нагрузок основные показатели интеллектуальной работоспособности оптимизировались у волейболистов до среднего уровня, но проявляли тенденцию к снижению у старшекласников, что отмечалось уже в начале работы и отражало раннее развитие признаков утомления.

Исследование срочных изменений функционального состояния центральной нервной системы подростков выявило низкие и средние качественные признаки их умственной работоспособности в состоянии покоя, которые под воздействием тестирования по программе внешнего независимого оценивания и физической тренировки также имели тенденцию к повышению. Количественные результаты характеризовались до нагрузки выше среднего и высокими показателями у обеих групп. Указанные свойства повышались у старшекласников после тестирования по программе внешнего независимого тестирования, но снижались у волейболистов после физической тренировки, что обуславливает необходимость коррекции функционального состояния центральной нервной системы лиц подросткового возраста с целью устранения дисгармоничности между физическим и умственным компонентами их личностного развития и повышения адаптационных возможностей.

**Ключевые слова:** умственная работоспособность, подростки, центральная нервная система.

UDC 612.821.34:796

### **Influence of Intellectual and Physical Loads on Teens' Mental Work Capacity**

**Bosenko A. I., Dolgier E. B., Plisko V. I., Glushchenko I. I., Topchii M. S.**

**Abstract.** Modern requirements for the mental work capacity of adolescents, which are determined by productivity, duration, depth and direction of changes in the mobility of nerve processes, often exceed students' adaptive capabilities. Therefore, the study and careful assessment of the functional state of the central nervous system of this contingent has particular relevance in terms of solving the issues of control and management of the process of health protection and improvement.

*The purpose of the research* was to study the features of urgent changes in the functional state of teens' central nervous system in the conditions of intense mental and physical activity.

*Material and methods.* In our study, we carried out a comparative analysis of urgent changes in the functional state of the central nervous system in 11 boys (future applicants to higher educational institutions) under the influence of mental load in the form of External Independent Testing in biology and a group of teens, volleyball players (n = 10), in the condition of performing specific physical load (training). Assessment of the functional

state of the central nervous system was carried out using the E. Landolt method, which belongs to the group of proof-reading tests.

*Results and discussion.* The research of urgent changes in the functional state of teens' central nervous system revealed that the speed of information processing and average productivity increased greatly after high school students' mental workload, the average accuracy increased in both groups. The coefficient of endurance, turned out to be low before and after the mental load in both groups of high school students and volleyball players. The coefficient of accuracy of high school students before mental load was high, but after an intense mental load, the number of students who had a high rate decreased. Under the influence of physical loads, the coefficient of accuracy remained unchanged in volleyball players.

The analysis of the nature of productivity changes in the process of doing the task and comparing it with the dynamics of accuracy proves a low reliability of work capacity of the both examined groups at rest, which has increased in volleyball players to an average level after loads. Although it had a downward trend in high school students at the beginning of work and demonstrated early developing signs of fatigue. We also revealed low and medium quality signs of teens' mental work capacity at rest, which under the influence of testing according to the program of External Independent Testing and physical training tended to increase. Quantitative results in both groups were characterized as being above average and high level before the load. These properties increased in high school students after and during the External Independent Testing, but decreased in volleyball players after physical training.

*Conclusion.* Thus, the study proved necessary to correct the functional state of the central nervous system of adolescents in order to eliminate the disharmony between the physical and mental components of their personal development and increase adaptive capabilities.

**Keywords:** mental work capacity, teens, central nervous system.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 07.08.2019 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування