

МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВОВО-М'ЯЗОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ПРИ КОРОТКОТРИВАЛІЙ ЗАГАЛЬНІЙ ДЕГІДРАТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ

Т. М. Мосендз

Кафедра анатомії і фізіології людини та тварин
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
e-mail: mosendztanya@gmail.com

Мета роботи полягала у вивченні гістометричних та електронно мікроскопічних даних про стан м'язових волокон прямого м'язу стегна та їх нервово-м'язових закінчень в ранні терміни (3 доби) загальної дегідратації організму щурів. Описані основні типи реактивних і деструктивних процесів у нервово-м'язових закінченнях, а також зміни електролітного складу на електронейроміографічні зміни.

Ключові слова: дегідратація, нервово-м'язове закінчення, електронейроміографія, електролітний склад, скелетний м'яз.

Mosendz T. M. Morfo-functional description of nervous muscular completions of skeletal muscles of rats during short on time general degidratation of organism. *The purpose of work consisted in the study of hystometrics and electronic microscopic information about the state of muscular fibres of thigh and their nerve-muscle endings direct to the muscle in the early terms (3 days) of general dehydration of organism of rats. Described basic types of reactive and destructive processes in the nerve-muscle endings.*

Keywords: dehydration, nerve-muscle ending, electroneuromiography, electrolyte composition, skeletal muscle.

Вступ

Загальна дегідратація (ЗДГ) організму на сьогоднішній день є досить розповсюдженим явищем [1,2,7,9], оскільки суттєво змінились не тільки соціально-економічні, але й екологічні умови проживання населення на всій планеті. Поряд з цим збільшилася кількість природних катаклізмів, які супроводжуються, в першу чергу, дефіцитом питної води для постраждалих [1,3,4,8].

Підвищення температури зовнішнього середовища у планетарному масштабі привело до зміни умов проживання різних груп населення, в тому числі і спортсменів, які вимушені проводити тренування в нових, несприятливих умовах жаркого клімату [1]. Крім цього підвищене фізичне навантаження викликає додатковий тиск на систему підтримки водно-сольового балансу [3] організму, що дозволило окремим авторам [5] виділити окремий тип ЗДГ – терморобочу дегідратацію.

Проте дослідження патологічних змін, які відбуваються в нервово-м'язових закінченнях (НМЗ) скелетних м'язів в різні терміни терморобочої дегідратації (ТДГ) залишаються поза увагою широкого кола науковців.

Мета роботи – виявити морфо-функціональні зміни нервово-м'язових закінчень та зміни електролітного складу скелетних м'язів в ранні терміни терморобочої дегідратації організму щурів.

Матеріали і методи

Об'єктом дослідження служив прямий м'яз стегна і його периферійний нервово-м'язовий апарат 15 безпородних щурів-самців. ТДГ моделювали дозованим бігом в тредмілі (Б.М. Мицкан, 1997) у приміщенні з температурою повітря 35°C і його одноразовим обміном протягом 2 годин при повному обмеженні питного режиму. Для дослідження скелетних м'язів використані гістологічний (імпрегнація за Більшовським-Грос), гістохімічний (за Нахласом) та електронно-мікроскопічний методи.

Для визначення мікроелементного складу взірці скелетних м'язів попередньо промивали в 100 мл дистильованої води (3 рази по 10 хвилин в кожній порції), після чого їх озолювали в муфельній пічці при t 800 C°. Золю пресували у спеціальній прес-формі у вигляді "таблетки", поверхню якої напилювали вуглецем (≈ 10 нм). Визначення концентрації Ca^{+2} , Fe^{+2} , Na^{+} , K^{+} , Mg^{+2} проводилося за допомогою приставки для енергодисперсійного рентгенструктурного мікроаналізу "ЕДАР" на растровому електронному мікроскопі РЕММА-102Е з прискорюючою напругою 20 кВ в енергетичному діапазоні від 960 до 19600 кеВ.

Забір матеріалу проводили згідно «Правил поводження з експериментальними тваринами» [6]. Отриманий матеріал опрацьований методами непараметричної статистики.

Результати та обговорення

При світлооптичному мікроскопічному дослідженні нервово-м'язових закінчень прямого м'яза стегна через 3 доби після моделювання ТДГ встановлено, що контури претермінальних ділянок мієлінових нервових волокон мають зазубрені обриси, піддаються нерівномірному забарвленню, що створює досить строкату гістологічну картину (рис. 1).

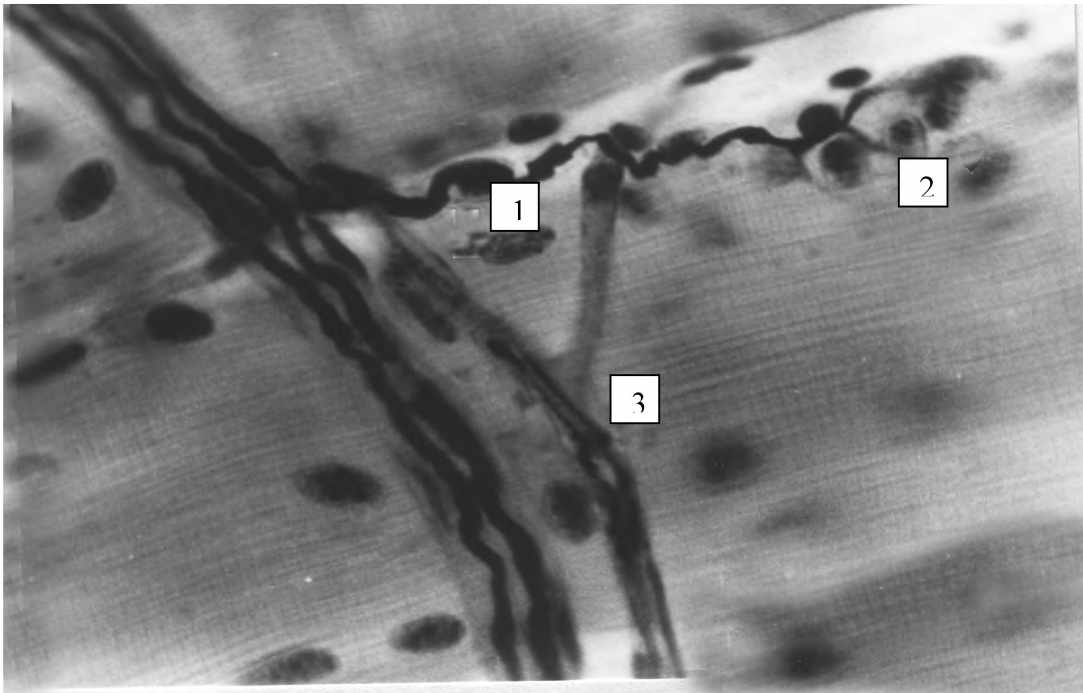


Рис. 1. Варикозне розширення претерміналей, зменшення довжини та площі розгалуження терміналей рухового аксону після 3 діб ЗДГ: 1 – варикозне розширення претерміналей; 2 – термінальні гілки; 3 – гемокапіляр. Імпрегнація за Більшовським-Грос. Об. 40, ок. 15.

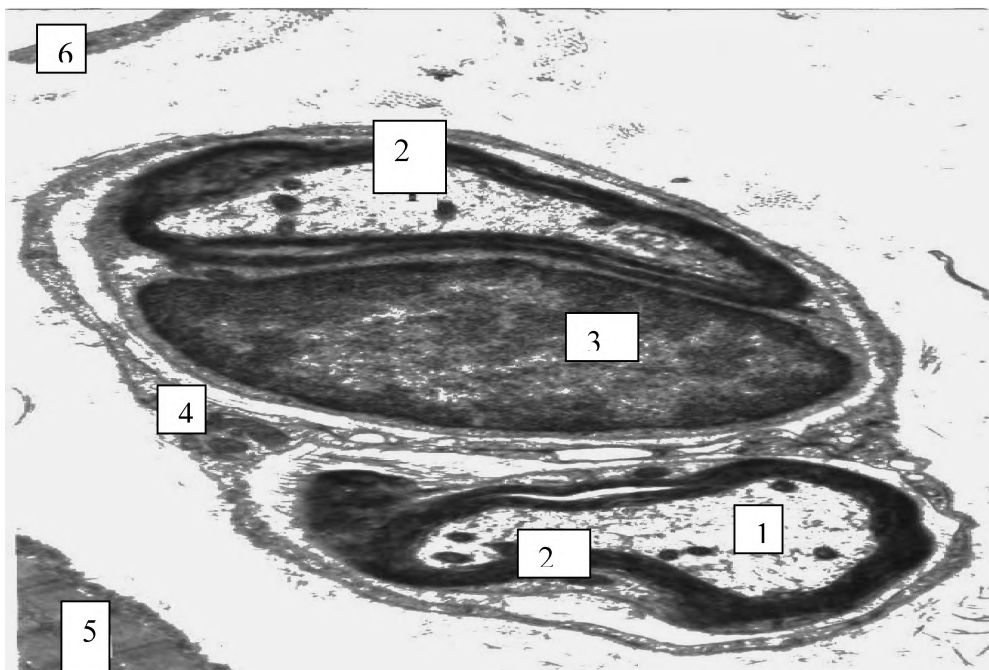


Рис. 2. набряк і розшарування мієлінової оболонки еферентних нервових волоках після 3 діб ЗДГ: 1 – аксони; 2 – мієлінові оболонки; 3 – ядро нейролемоциту; 4 – ендоневральна оболонка; 5 – МВ; 6 – гемокапіляр.

Зб.: x 6000.

При цьому в середньому на 8,91% ($p < 0,05$) зменшується площа розгалуження термінальних ділянок мієлінових нервових волокон, які приймають участь в утворенні пресинаптичного полюсу нервово-м'язових закінчень.

При електронно-мікроскопічному дослідженні виявляється порушення тонкої структури мієлінової оболонки, яке пов'язано з розшаруванням окремих ламел мієліну, в основному, по його проміжних лініях. Таке явище супроводжується варикозними розширеннями і звуженнями аксону, зменшенням кількості мікротрубочок, порушенням структури крист в мітохондріях, розширюється периаksonальний простір (рис. 2).

При цьому цитоплазма нейронеоцитів має понижено електронно-оптичну щільність, у внутрішньоклітинному просторі збільшується кількість вакуолізованих субклітинних компонентів, а в каріоплазмі спостерігається маргінація хроматину.

В ультраструктурній організації аксон-м'язових синапсів спостерігається певна перебудова, яка пов'язана, в першу чергу, із зменшенням площі поперечного перетину термінальних розгалужень аксону. При цьому звужуються синаптичні контакти, зменшуються розміри активних зон пресинаптичної мембрани та кількість синаптичних пухирців (рис. 3, табл. 1). Мітохондрії збільшуються в розмірах, спостерігається зменшення електронно-оптичної щільності їх матриксу, фрагментуються кристи, зовнішній контур стає нерівномірним.

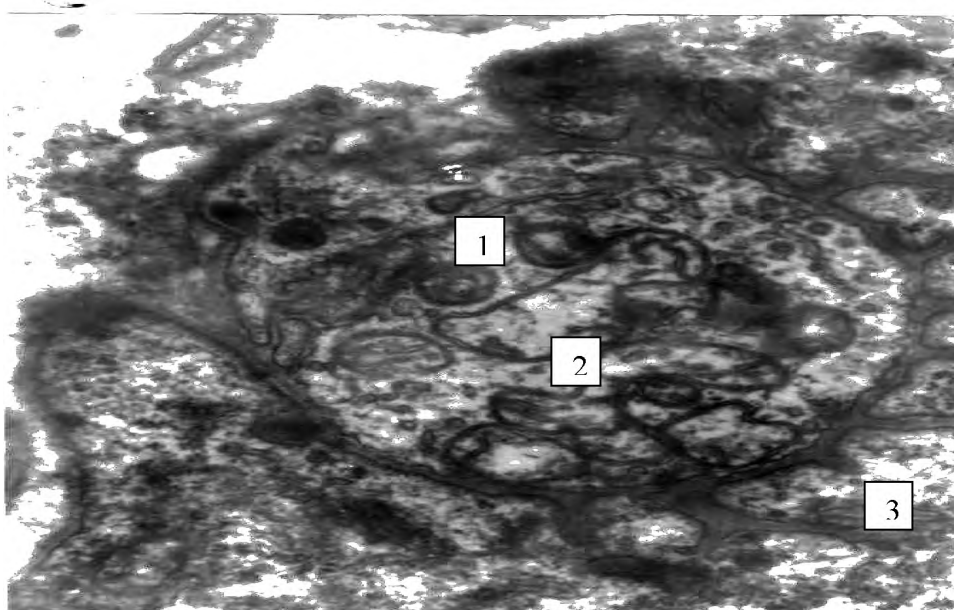


Рис. 3. Зменшення кількості синаптичних пухирців, просвітлення мітохондрій і розпад мембран постсинаптичних складок в аксон-м'язовому синапсі FG-м'язового волокна прямого м'яза стегна після 3 діб ЗДГ: 1 – терміналь аксону; 2 – мітохондрії; 3 – синаптичні складки.

Зб.: x 20000.

В постсинаптичній мембрані відбувається зменшення кількості синаптичних складок і збільшення відстані між ними, а також зниження їх висоти (див. рис. 3).

Як видно з даних таблиці 1, вище зазначені зміни в найбільшій мірі спостерігаються в аксон-м'язових синапсах FOG- і FG-міонів. Такі зміни є неспецифічними і спостерігаються при інших патологічних процесах [7].

Порівняння ультраструктури кінцевих нейронеоцитів контрольних і піддослідних тварин показало, що останні містять ядра з глибокими бухтоподібними утвореннями, в цитоплазмі зростає кількість полірибосом, розширюються каналці гранулярної ендоплазматичної сітки, з'являється велика кількість вторинних лізосом (рис. 4).

При визначенні макро-мікрохімічного складу прямого м'язу стегна виявляється зниження вмісту таких елементів як Na, Ca і K (відповідно на 8,91%, 5,63% і 4,32%). Така зміна концентрації електролітів супроводжується не менше вираженими змінами ЕНМГ-показників: амплітуда і тривалість потенціалу дії, при одиночному подразненні МНВ знижуються відповідно на 8,92% і 4,75% ($p < 0,05$).

Таблиця 1. Гістометрична характеристика аксом'язових синапсів м'язових волокон прямого м'язу стегна після 3 діб загальної дегідратації ($\bar{X} \pm s \bar{x}$; n = 15).

Структурні елементи та їх параметри	Типи м'язових волокон								
	FOG			FG			SO		
	Контроль	Дослід	%	Контроль	Дослід	%	Контроль	Дослід	%
Поперечні зрізи									
Периметр терміналі, мкм	6,81±0,63	4,34±0,2 P<0,01	35,0	7,19±0,65	4,02±0,29 P<0,01	44,0	6,41±0,52	4,11±0,42 P<0,01	36,0
Довжина синаптичного контакту, мкм	1,82±0,28	1,01±0,1 P<0,05	44,0	2,81±0,14	1,34±0,16 P<0,01	50,0	2,36±0,28	1,44±0,25 P<0,05	39,0
Кількість складок постсинаптичної мембрани	9,24±1,14	6,0±0,9 P<0,05	35,0	10,59±1,63	6,09±0,77 P<0,01	42,1	8,81±1,42	6,42±1,12 P<0,05	27,0
Відстань між складками, мкм	0,32±0,001	0,41±0,02 P<0,01	66,0	0,19±0,005	0,41±0,008 P<0,001	100,0	0,22±0,009	0,31±0,007 P<0,001	50,0
Довжина окремої складки, мкм	2,67±0,16	2,0±0,07 P<0,01	23,0	2,76±0,11	2,21±0,18 P<0,05	21,43	3,91±0,07	3,21±0,11 P<0,05	–
Ширина активної зони, мкм	0,12±0,001	0,11±0,03 P<0,01	50,0	0,21±0,002	0,12±0,001 P<0,01	50,0	0,24±0,02	0,21±0,001 P<0,01	–
Довжина активної зони, мкм	0,61±0,003	0,43±0,01 P<0,01	33,31	0,83±0,02	0,49±0,001 P<0,01	37,52	0,62±0,08	0,5±0,04 P<0,05	16,6
Кількість пухирців на весь зріз через активну зону	158,22±12,24	103,42±6,8 P<0,01	34,0	164,91±1432	102,01±11,85 P<0,01	38,71	186,0±15,32	132,0±15,81 P<0,05	29,0
Кількість пухирців в ділянці активної зони	9,79±0,66	6,21±0,64 P<0,01	37,0	11,02±0,51	6,22±0,41 P<0,01	41,54	14,91±0,75	12,03±0,75 P<0,05	19,0

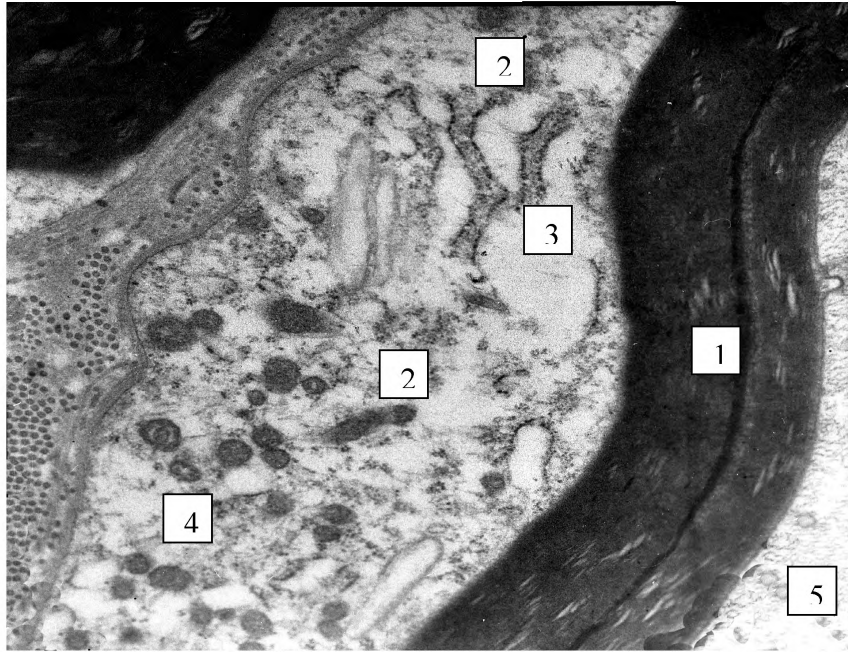


Рис. 4. Ультраструктурна організація кінцевого нейронемоту в ділянці іннервації FG-м'язового волокна прямого м'яза стегна після 3 діб ЗДГ: 1 – мієлінова оболонка; 2 – цитоплазма; 3 – каналці зернистого ендоплазматичного ретикулуму; 4 – вторинні лізосоми; 5 – аксон.

Зб.: x 10 000

В середньому це складає відповідно $71,01 \pm 5,96$ мВ і $1,42 \pm 0,14$ мс. При цьому амплітуда постдеполяризаційної стадії зменшується на 6,01%, тоді як її тривалість збільшується на 7,83% ($p < 0,05$). Вони складають в середньому $2,25 \pm 0,57$ мВ і $215,45 \pm 38,21$ мс відповідно.

Висновки

1. При терморобочій дегідратації організму в ранні терміни спостерігається значна структурна перебудова НМЗ, що проявляється нерівномірним розширенням термінальних нервових волокон і периаksonального простору, деструкцією нейронемотів, збільшенням кількості клітин з пікнотичними ядрами, зменшенням кількості мікротрубочок в аксоплазмі і площі поперечного перетину термінальних розгалужень аксону.
2. Морфологічні зміни в НМЗ вже на ранніх стадіях проявляються дисбалансом основних електролітів в скелетних м'язах, що свідчить про їх високу чутливість до порушення біохімічного складу при терморобочій дегідратації і супроводжується значними електронейроміографічними змінами.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні морфо-функціональних змін НМЗ в пізні терміни при ЗДГ.

Література

1. Банин В. В. Механізми обмену внутрешней среды / В. В. Банин. – М., Изд-во РГМУ, 2000. – 276 с.
2. Боголюбов В. А. Патогенез и клиника водно-электролитных расстройств / В. А. Боголюбов. – М.: Медицина, 2008. – 428 с.
3. Вдовенко Н. В. Водно-солевой баланс і терморегуляція організму спортсменів та його корекція в умовах жаркого клімату / Н. В. Вдовенко // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2007. – № 12. – С. 54 – 59.
4. Здюмаева Н. П. Роль факторов, определяющих реологические свойства крови в механизмах адаптации и повреждения при водном дисбалансе / Н. П. Здюмаева, В. Н. Левин // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2007. – № 1. – С. 18 – 20.
5. Коваль И. В. Механізми дегідратації при интенсивной мышечной деятельности и способы её коррекции в тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов / И. В. Коваль, Н. В. Вдовенко С. А. Олейник // Спортивная медицина. – 2007. – № 2. – С. 111 – 117.
6. European convention for the protection of the vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03.1986. – Strasbourg, 1986. – 52 p.

7. *Thompson R. J.* Ischemia opens neuronal gap junction hemichannels / *R. J. Thompson, N. Zhou [et al.] // Science.* – 2006. – V. 312. – P. 924 – 927.
8. *Waller A. P.* Fluid and electrolyte supplementation after prolonged moderate-intensity exercise enhances muscle glycogen resynthesis in Standardbred horses / *A. P. Waller, G. J. Heigenhauser, R. J. Geor [et al.] // J. Appl. Physiol.* – 2009. – V. 106, № 1. – P. 91–100.
9. *Watts A. G.* The functional architecture of dehydration-anorexia / *A. G. Watts, C. N. Boyle // Physiol. Behav.* – 2010. – V. 100, № 5. – P. 472 - 477.

Стаття поступила до редакції 01.03.2012 р.; прийнята до друку 20.03.2012 р.

Мосендз Т. М. – аспірантка кафедри анатомії та фізіології людини і тварин Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доктор біологічних наук, професор кафедри анатомії та фізіології людини і тварин Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Грицуляк Б. В.

УДК 613.001.572

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШКОЛЯРІВ ІЗ 5-ТИ ТА 6-ТИ ДЕННИМ ТИЖНЕВИМ НАВЧАЛЬНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

І. Й. Случик, Г. Ю. Юрах, М. В. Заячук

Кафедра анатомії і фізіології людини та тварин Прикарпатського національного університету

Представлені результати дослідження зміни показників уваги та розумової працездатності у школярів молодших класів з різним тижневим навантаженням на протязі учбового дня, тижня, чверті.

Ключові слова: *увага, розумова працездатність, шкільне навантаження.*

Sluchyk I. Y., Jurah G. J., Zajachuk M. V. Psychophysiological diagnostics of the pupil intellectual ability to work in the conditions of a 5- and 6 – day weekly educational loading. The results of study of the pupil attention and intellectual efficiency indexes during educational day, week and term are presented.

Key words: *attention, intellectual efficiency, educational loading.*

Вступ

Загальновідомо, що сучасна початкова освіта висуває підвищені вимоги до виконання учнем навчальної програми. В умовах зростаючого інформаційного навантаження, особливо в умовах ліміту часу, розвивається тривале психоемоційне напруження, яке усугубляється незавершеністю морфофункціонального розвитку школяра[4].

Формування функціональної системи розумової діяльності в умовах вікового розвитку являє складний адаптивний процес багатокритеріальної спрямованості [2]. Мобілізація функціональної системи до межі функціональних можливостей організму нерідко супроводжується вираженою стрес-реакцією, а також виснаженням і зниженням розумової працездатності [3].

Метою нашого дослідження було визначити психофізіологічні показники розумової діяльності школярів 7-8 річного віку, а також прослідкувати їх динаміку на протязі учбового дня, тижня, чверті в умовах 5-ти і 6-ти денного тижневого навчального навантаження.

Матеріали і методи

Дослідження проводились на базі школи № 23 і №4 м. Івано-Франківська серед учнів 2-их класів. Психофізіологічні показники визначали методом коректурної проби [1] на першому і останньому уроці, а також на початку і в кінці тижня та на початку і в кінці чверті.

Інтенсивність, стійкість і концентрацію уваги визначали за кількістю знаків переглянутих за 5 хвилин та кількістю допущених помилок на 100 знаків. Показник розумової працездатності обчислювали як відношення кількості переглянутих знаків до кількості помилок на 100 знаків.