

М.В.Макаренко, І.О.Іванюра, В.І.Шейко

Дослідження психофізіологічних функцій учнів середнього шкільного віку при тривалих фізичних навантаженнях

Проводили лонгитудинальные исследования психофизиологических функций учащихся от 11 до 15 лет контрольных и спортивных классов. Сравнительный анализ результатов исследования показал, что дети с высоким уровнем свойств основных нервных процессов характеризуются более быстрыми и интенсивными изменениями психофизиологических функций. Длительные физические нагрузки в зависимости от типологической градации обеспечивают более интенсивную активацию сенсомоторных реакций некоторых функций внимания. У мальчиков спортивных классов высокая функциональная подвижность нервных процессов обеспечивает короткий латентный период сложных сенсомоторных реакций выбора, высокую скорость переработки информации и переключения внимания. Все анализируемые показатели психофизиологических функций претерпевают изменения, характер которых зависит от продолжительности действия физических нагрузок.

ВСТУП

Оптимізація навчальної діяльності учнів може виникнути лише на базі фундаментальних біологічних досліджень вікових особливостей вищої нервової діяльності. Вивчення психофізіологічних функцій у різні вікові періоди організму при фізичних навантаженнях спрямовані на подальше вивчення механізмів системної мозкової динаміки, яка направлена на переробку інформації різного ступеня складності. Це в свою чергу допоможе встановити фізіологічну ціну адаптації з урахуванням індивідуальних особливостей організму. Індивідуальні відмінності проявляються в результаті численних і складних взаємодій стійких, генетично зумовлених властивостей організму та середовища. Причому формування різних сторін індивідуальності залежить від біологічних і соціальних факторів [1, 8–10, 11]. Оскільки нервова система відіграє важливу роль у формуванні пристосувальних реакцій [5, 9], то особливого значення при цьому на-

буває проблема залежності їх від індивідуально-типологічних властивостей. У літературі чітко не представлені дані щодо змін типологічних властивостей вищої нервової діяльності в процесі вікового розвитку та адаптації організму і прояву їх у характері психофізіологічних функцій при тривалих фізичних навантаженнях.

Метою нашої роботи було дослідження вікової динаміки психофізіологічних функцій за умов адаптації при тривалих фізичних тренувальних навантаженнях у дітей середнього шкільного віку.

МЕТОДИКА

Лонгитудинальні дослідження учнів 5 – 9-х спортивних класів загальноосвітніх шкіл м. Луганська проводили впродовж п'яти років, починаючи з першого року занять плаванням, а також учнів відповідних класів зі звичайною програмою фізичного виховання (контрольні класи). Обстежено 275 хлопчиків (по

25–30 чоловік у кожному класі). Досліджували типологічні властивості вищої нервової діяльності – функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) і працездатність кори головного мозку (інтегральний показник успішності роботи – ПУР – головного мозку). Методика досліджень базувалася на диференціюванні позитивних і гальмівних подразників, які подаються серіями за раніше складеними програмами з неоднаковою швидкістю пред'явлення [6].

Зорово-моторні реакції різного ступеня складності вивчали за допомогою приладів ПНН-3 і ПНН-3-01 [6]. Дослідження розпочинали з визначення латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ЛП ЗМР_п). Далі досліджували реакцію вибору двох з трьох подразників (ЛП РВ₂). Визначення показників психічних функцій проводили за допомогою загальноприйнятих бланкових методик: показник переключення уваги (ППУ) за методикою Шульце і швидкість переробки інформації (концентрація уваги) з використанням таблиць з кільцями Ландольта [6].

Результати досліджень опрацьовано статистично на основі використання критерію t Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Порівняльний аналіз результатів дослідження показав, що характер вікової динаміки властивостей вищої нервової діяльності неоднаковий в учнів контрольних і спортивних класів. У осіб, які систематично займаються фізичними тренуваннями (плаванням), починаючи з другого року тренувань, вікова динаміка ФРНП була достовірно вищою, ніж у контрольних класах (табл.1). Таку закономірність підтверджують загальний час роботи та мінімальна експозиція. Вікова динаміка ФРНП в учнів спортивних класів характеризує інтенсивну перебудову і більшу її рухливість порівняно з контролем.

Такі відмінності ми пов'язуємо з деякими морфофункціональними змінами і удосконаленням регуляції реакцій в організмі під

впливом тривалих фізичних навантажень. Отже, наші багаторічні дослідження показали, що на ФРНП впливає вік і тривалість дії фізичних тренувальних навантажень.

Порівняльний аналіз вікової динаміки інтегральних ПУР головного мозку в групах учнів контрольних і спортивних класів виявив істотні відмінності (див. табл.1). На початку тренувань в учнів 11–12-річного віку не виявлено достовірних відмінностей значень цього показника. Починаючи з третього року тренувань ПУР головного мозку в учнів спортивних класів значно перевищував його значення в учнів контрольних класів. Крім цього, з віком спостерігалось збільшення ПУР і водночас він ставав значно вищим в учнів спортивних класів. Найбільш високі значення ПУР мозку виявлено у юних спортсменів на п'ятому році тренувань, а найбільш низький рівень його приросту – у п'ятикласників на першому році тренувань (див. табл.1). Істотне збільшення інтегрального показника роботи мозку у процесі вікового розвитку в групах учнів спортивних класів і менш інтенсивні його зміни в контрольних класах відображають особливості адаптації нервової системи і вищої нервової діяльності до тривалих фізичних навантажень.

Про поступове формування адаптивних реакцій дитячого організму до м'язової діяльності свідчить порівняльний аналіз результатів дослідження ЛП ЗМР різної складності. Слід зазначити, що в групах юних спортсменів вікова динаміка часових характеристик різних за складністю зорово-моторних реакцій (ЛП ЗМР_п і РВ₂), в основному, була така ж, як і у неспортсменів. Практично не виявлено помітних змін ЛП ЗМР_п в учнів під впливом тренувальних фізичних навантажень (див. табл.1). Цей факт свідчить, що заняття фізичною культурою та спортом не змінюють біологічної програми вікової еволюції, особливо до простих сенсомоторних функцій.

Порівняння латентних періодів складних сенсомоторних реакцій (ЛПРВ₂) в учнів контрольних і спортивних класів показало, що на початку тренувань статистично достовір-

Таблиця 1. Вплив фізичних навантажень на показники психофізіологічних функцій організму учнів різного віку ($M \pm m$)

Показник	Вік обстежуваних				
	11 років (n = 60)	12 років (n = 57)	13 років (n = 55)	14 роки (n = 53)	15 років (n = 50)
Загальний час роботи, с					
Спортивний клас	104±1,9	97±1,9	88 ±1,4	85 ±1,5	82± 1,5
Контрольний клас	104±1,2	105± 2*	102 ±1,5*	97±1,4*	95±1,42*
Мінімальна експозиція, с					
Спортивний клас	4,5±0,2	3,8±0,2	2,7±0,1	2,4±0,2	1,9±0,1
Контрольний клас	4,4±0,1	4,6±0,2*	4,2±0,2*	3,9±0,2*	3,6±0,2*
Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс					
Спортивний клас	434±18,8	467±25,4	422±21,4	407±20,4	419±16,9
Контрольний клас	471±14,4	444±16,4	435±17,5	433±17,5	415±16,6
Латентний період реакції вибору двох з трьох подразників, мс					
Спортивний клас	738±14,6	686±20,9	627±13,6	593±15,0	597±13,8
Контрольний клас	756±12,3	755±18,8*	734±17,7*	694±14,2*	690±19,7*
Показник переключення уваги, бал					
Спортивний клас	3,5±0,26	4,6±0,59	7,1±0,39	8,4±0,31	9,1±0,16
Контрольний клас	2,4±0,3	3,2±0,32*	4,8±0,32*	5,8±0,40*	7,7±0,36*
Показник успішності роботи головного мозку, ум.од.					
Спортивний клас	6,1±0,26	8,2±0,79	12,9±0,83	16,6±1,3	20,6±1,8
Контрольний клас	6,0±0,37	6,9±0,54	6,2±0,45*	7,6±0,45*	9,1±0,59*
Швидкість переробки інформації, біт/с					
Спортивний клас	0,63±0,04	0,81±0,05	1,23±0,05	1,59±0,04	1,92±0,06
Контрольний клас	0,60±0,03	0,63±0,03*	0,66±0,03*	0,63±0,3*	0,98±0,04*

* достовірність різниці між показниками.

них відмінностей не виявлено. Надалі їх значення в учнів досліджуваних класів зменшувалися з віком, але в кожній віковій групі спортивних класів, починаючи з другого року тренувань, були статистично достовірно меншими, ніж у їх ровесників з контрольних класів. Результати досліджень стверджують, що інтенсивна фізична діяльність краще стимулює розвиток тих структур нервової системи, що забезпечують виконання складних сенсомоторних функцій. Аналіз даних наукової літератури з цього питання [3, 5, 7] і результатів нашого дослідження свідчать про те, що у процесі систематичних занять фізичною культурою відбуваються суттєві зміни морфологічного та функціонального харак-

теру. Вплив їх на різні відділи нервової системи неоднозначний і неоднаковий на різних етапах вікового розвитку. Отже, нами виявлено різку вікову динаміку розвитку сенсомоторних реакцій, яка залежить від складності зорово-моторних навантажень, а також зумовлена рівнем фізичної активності обстежених.

Ми припустили, що типологічні властивості вищої нервової діяльності детермінують становлення та формування психофізіологічних якостей, створюють фізіологічні умови для реалізації відповідних функцій. Зіставлення середніх значень функцій уваги учнів контрольних і спортивних класів у динаміці вікового розвитку дало можливість виявити їх зміни впродовж усього періоду тренувань.

На основі експериментальних досліджень нами одержано результати, які вказують на чітку різницю між показниками переключення уваги (ППУ), швидкості переробки інформації (ШПІ) в учнів різних вікових груп контрольних і спортивних класів. Так, значення ППУ в учнів досліджуваних класів збільшувалося з віком, але в кожній віковій групі спортивних класів, починаючи з другого року тренувань, були статистично вірогідно вищими, ніж у їх ровесників контрольних класів (див. табл.1). Що стосується показників концентрації уваги (ШПІ), то їх значення підвищувалися тільки з 14-15-річного віку в учнів контрольних класів. У той же час в учнів спортивних класів збільшення ШПІ спостерігалось з 12-річного віку і було статистично вірогідно вищим, ніж у їх ровесників контрольних класів. Отже, тривалі тренувальні фізичні навантаження поліпшують в учнів спортивних класів різних вікових груп показники, які характеризують функцію уваги. Літературні дані свідчать про те, що зміни, які відбуваються у психічній сфері в процесі вікового розвитку, є результатом тривалих аферентних імпульсів, які надходять до нервової системи при фізичних навантаженнях і визначаються тими морфологічними і функціональними перебудовами, що проходять у мозкових структурах [3-5, 7].

Якщо зважати [7,10,11], що увага є активним процесом, який складається зі швид-

кості сприйняття, переробки інформації, то можна припустити, що у обстежених осіб з високим рівнем властивостей основних нервових процесів вони проходять швидше. Для перевірки цього, всіх учнів за показниками ФРНП розділили на три підгрупи. До першої підгрупи ввійшли обстежувані з високим рівнем ФРНП (70-90 с і менше), до другої - з середнім рівнем ФРНП (90-110 с) і до третьої з низьким рівнем цих властивостей (110 с і більше).

Дослідження можливої залежності між індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності та психофізіологічними процесами при тривалих повторюваних впливах фізичних навантажень довело, що показники психофізіологічних функцій відрізняються. Проаналізовані результати прояву властивостей основних нервових процесів у індивідуальних властивостях переробки інформації (ШПІ) і переключення уваги (ППУ) також показали, що в обстежуваних з різним рівнем ФРНП спостерігаються чіткі відмінності (табл. 2).

Так, виявлено істотну різницю між показниками уваги в групах з різною функціональною рухливістю основних нервових процесів. У групах з високим рівнем ФРНП показники ШПІ і ППУ були статистично достовірно вищими, ніж в групах з середнім і низьким її рівнем. В учнів з середнім рівнем ФРНП відповідні показники виявлялися значно нижчими. Найнижчі показники уваги вияв-

Таблиця 2. Різниця між показниками психофізіологічних функцій організму учнів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів ($M \pm m$)

Показник	Рівень функціональної рухливості нервових процесів		
	Високий	Середній	Низький
Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс	408±18,4	406±18,4	469±21,0
Латентний період реакції вибору двох з трьох подразників, мс	611±14,2	658±16,1*	660±16,5*
Показник переключення уваги	8,4±0,33	6,1±0,5*	4,9±0,68*
Показник успішності роботи, ум.од.	18,1±0,96	11,1±0,79*	6,5±0,68*
Швидкість переробки інформації, біт/с	1,5±0,07	1,08±0,06*	0,99±0,08*

* достовірність різниці показників порівняно зі значеннями при високому рівні основних нервових процесів.

лені в учнів з низьким рівнем ФРНП (табл. 2). Отже, формування функцій уваги учнів різного віку тісно пов'язане зі станом властивостей основних нервових процесів. Особам з високим рівнем ФРНП на відміну від учнів з низькими характеристиками цих ознак властиві більша ШПП, а також більш швидке переключення уваги. Результати досліджень доводять, що висока рухливість і сила нервових процесів створюють фізіологічні умови для реалізації об'єму уваги, тоді як при меншій ФРНП обсяг уваги звужується.

Порівняння ЛП ЗМР_n у осіб з різним рівнем ФРНП свідчить про відсутність статистично значущих різниць ($P > 0,05$) середніх значень цих реакцій між групами. Ця закономірність характерна для всіх вікових груп як у спортсменів, так і неспортсменів. Вважається, що ЛП ПЗМР, яка є однією з складових властивостей ФРНП та сили нервових процесів (СНП) [6, 7], швидше характеризують рівень збудження нервової системи і швидкість його розповсюдження по нервових ланцюгах.

Стосовно взаємозв'язку показників типологічних властивостей вищої нервової діяльності і ЛП РВ₂ отримані інші результати. Так, числові характеристики у більшості вікових груп спортсменів і неспортсменів з високим рівнем ФРНП були достовірно коротшими, ніж в учнів з низьким її рівнем ($P < 0,05-0,01$). Очевидно, під впливом тривалих фізичних навантажень посилюється нервовий контроль за надійністю сенсомоторних реакцій. У спортсменів високий рівень ФРНП і СНП, викликаний м'язовою діяльністю, в свою чергу спричинює можливу корекцію генетичної програми. Показано, що індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності дітей і підлітків супроводжуються активацією нейродинамічних функцій.

Отже, реальний рівень функціонального стану нервової системи є наслідком складної взаємодії багатьох факторів, внесок яких визначається конкретними умовами діяльності особи, в тому числі й тривалими тренувальними фізичними навантаженнями. Останні,

діючи на нейрофізіологічні механізми підлітків, сприятливо впливають на функціональний стан нервової системи. Це створює додаткові можливості для фізичної та спортивно-технічної підготовки, розкриває шлях до удосконалення діяльності людини. Виявлені зв'язки важливі, оскільки відомо, що індивідуальним властивостям належить функція координації психофізіологічних проявів функціонального стану. Наші результати узгоджуються з даними, які отримані при обстеженні дорослих [4, 7].

ВИСНОВКИ

1. Віковий розвиток і тривалі фізичні навантаження не тільки збільшують в організмі потужність нервової системи, але й супроводжуються інтенсивністю розвитку нейродинамічних властивостей.

2. Напрямок змін індивідуально-типологічних властивостей нервової діяльності, сенсомоторних реакцій і деяких функцій уваги під впливом фізичних навантажень визначається тривалістю тренувального процесу, віком та індивідуальними особливостями організму.

3. Підтверджено раніше виявлений зв'язок між індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності та часовими характеристиками складних сенсомоторних реакцій.

N.V. Makarenko, I.A. Ivanyura, V.I. Sheyko

THE SIGN OF THE TYPOLOGICAL PECULIARITIES OF THE HNA IN THE CHARACTER OF NEURODYNAMICAL FUNCTIONS IN THE MIDDLE SCHOLL AGE PUPILS BU THE LONG-LASTING PHYSICAL LOADINGS

Longitudinal researches of neurodynamical functions of pupils 11-15 y. of control and sport classes were executed. The comparative analysis of the study's materials has shown that the research's objects with the high level of properties of the basis nervous processes are characterized by faster and more intensive changes of the neurodynamical functions. Long-lasting

physical loadings in dependence on typological gradation provide more intensive sensomotor reactions' activation of some functions of attention. At the boys of sports classes the higher functional mobility of the basic nervous processes provide a shorter latent period of the complex sensomotor reactions of a choice, more intensive activation of speed of processing of the information and switching of attention. All parameters (which were analysed) of neurodynamical functions undergo changes, which character depends on duration of influence of physical loadings.

*A.A. Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy Science, of Ukraine. Kiev
T.G. Shevchenko Luhansk Pedagogical University
Ministry of Public Education and Science of Ukraine*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аринчин Н.И. Пути оптимизации умственного и физического развития человека. – В кн.: Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков: Тез. докл. III Всесоюз. конф. “Физиология развития человека”. – М., 1985. – С. 31.
2. Бехтерева Н.П. Нейрофизиологические механизмы психической деятельности человека.- М. : Наука, 1974. – 248 с.
3. Лизогуб В.С., Макаренко М.В. Формування сенсомоторних функцій в онтогенезі // Біол. вісн. Харків. ун-т. – 1999. – 3, № 1-2. – С. 83-86.
4. Лизогуб В.С. Формування індивідуально-типологічних властивостей нервової системи в онтогенезі людини // Вісн. Київ. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2000. – № 6. – С. 47-50.
5. Лизогуб В.С. Функціональна рухливість нервових процесів та її зв'язок з характером спортивної діяльності // Вісн. Луган. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. – 2000. – № 3. – С. 86-90.
6. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд.- К.:Наук. думка, 1991. – 214 с.
7. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі // Фізіол.журн. – 2000. – 46, № 3. – С. 92-95.
8. Меерсон Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации.- М.: Наука, 1986. – 76с.
9. Мерлин В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. - М.: Педагогика, 1986. – 256с.
10. Небылицын В.Д. Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, 1990.– 462 с.
11. Платонов К.К. Система психологии и теории отражения. – М.: Наука, 1982. – 309 с.

*Ин-т фізіології ім. О.О.Богомольця НАН
України, Київ;*

*Луган. пед. ун-т ім.. Тараса Шевченка М-ва
освіти і науки України*

*Матеріал надійшов до
редакції 2.07.2002*