

УДК 612.812.3

**Н. В. Сисоєнко, Ю. О. Петренко,
О. Е. Меньших, О. Г. Байда, Р. П. Кузьменко**

**ВІКОВА ДИНАМІКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ
У ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ**

Оцінка психофізіологічних станів людини пов'язана з дослідженням різних систем організму, але ступінь впливу кожної з них неоднакова [1 – 3]. Необхідність такого аналізу збільшується при несприятливих діях зовнішнього середовища, що зумовлює підвищений ризик розвитку різноманітних функціональних та адаптаційних порушень [4 – 6]. Але кількісна оцінка психофізіологічних станів пов'язана з труднощами. Одним з методів оцінювання їх може бути використання функціонального стану центральної нервової системи (ФС ЦНС), який є кінцевим вираженням діяльності нервової системи, що поєднує окремі властивості різних систем організму та організму в цілому [7 – 10].

У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження особливостей вікової динаміки функціонального стану центральної нервової системи в дітей 7 – 17 років.

Кількісну оцінку функціонального стану центральної нервової системи визначали за характеристиками простої зорово-моторної реакції. Розраховували критерії функціонального стану ЦНС за методикою Т. Д. Лоскутової [9], використовуючи формули для:

$$\text{функціонального рівня системи} - \ln \frac{1}{2\sqrt{2 \ln \sigma M}} \text{ (сек.}^{-2}\text{),}$$

$$\text{стійкості реакції} - \ln \frac{\left[\Phi \left(\frac{X_2 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) - \Phi \left(\frac{X_1 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right]}{4\sqrt{2 \ln 2} \sigma} \text{ (сек.}^{-1}\text{),}$$

$$\text{рівня функціональних можливостей} - \ln \frac{\left[\Phi \left(\frac{X_2 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) - \Phi \left(\frac{X_1 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right]}{4\sqrt{2 \ln 2} \sigma m} \text{ (сек.}^{-2}\text{),}$$

у яких M – мода, m – математичне очікування, σ – середнє квадратичне відхилення, Φ – інтеграл імовірностей, або функція Лапласа (таблична), X_1 – значення нижньої межі модального класу, X_2 – значення верхньої межі модального класу.

Отриманий експериментальний матеріал оброблений методом математичної статистики за програмою Microsoft Excel.

Дослідження проводилися на учнях Черкаської загальноосвітньої школи № 7. Було обстежено по 220 осіб кожної статі. Усі обстежувані були розподілені на 11 вікових груп від 7 до 17 років, залежно від паспортного віку на момент проведення дослідження. Результати проведеної роботи подано в таблицях 1, 2, 3 та на рисунках 1, 2, 3.

Спостерігаються хвилеподібні зміни функціонального рівня системи (ФРС) як у хлопчиків, так і в дівчат з 7 до 17 років. З віком відбувається збільшення цього критерію ФС ЦНС. Помітно зменшення функціонального рівня системи в 14 років (хлопчики $3,95 \pm 0,08 \text{ сек.}^{-2}$, дівчатка $3,93 \pm 0,11 \text{ сек.}^{-2}$), що, можливо, пов'язано зі змінами збудливості нервової системи під час гормональних перебудов пубертатного періоду [11; 12]. Тобто з віком організація функціональної системи для реалізації процесу розповсюдження збудження по нейронних ланцюгах відбувається швидше [13; 14].

Таблиця 1

Значення функціонального рівня системи в хлопчиків та дівчаток 7 – 17 років

Вік, роки	Кількість обстежуваних	Хлопчики, сек. ⁻²	Дівчатка, сек. ⁻²
7	20	$3,76 \pm 0,07^*$	$3,71 \pm 0,07^*$
8	20	$3,97 \pm 0,02$	$3,96 \pm 0,04$
9	20	$3,91 \pm 0,04$	$3,87 \pm 0,05$
10	20	$3,93 \pm 0,06$	$3,94 \pm 0,07$
11	20	$4,02 \pm 0,06$	$3,99 \pm 0,06$
12	20	$3,99 \pm 0,05$	$3,97 \pm 0,04$
13	20	$4,12 \pm 0,04$	$4,02 \pm 0,07$
14	20	$3,95 \pm 0,08$	$3,93 \pm 0,11$
15	20	$4,15 \pm 0,07$	$4,12 \pm 0,07$
16	20	$4,11 \pm 0,04$	$3,97 \pm 0,07$
17	20	$4,07 \pm 0,07$	$3,99 \pm 0,08$

Примітка: * – достовірність різниць між значеннями 7-річних та 8 – 17-річних ($p < 0,05$)

Вікова динаміка стійкості реакції (СР) також має хвилеподібний характер з чітко вираженим піком з 10 до 13 років. Перебіг цієї динаміки більш повільний, ніж у функціональному рівні системи. Статистично достовірних відмінностей у показниках цього критерію ФС ЦНС між хлопчиками та дівчатками не встановлено ($p > 0,05$) [13; 15].

Аналіз показників рівня функціональних можливостей (РФМ) показав, що достовірних відмінностей у значеннях цього критерію ФС ЦНС між хлопчиками та дівчатками не виявлено ($p > 0,05$). Тобто в дітей 7 – 17 років незалежно від статі однаково формується функціональна система процесу збудження, що є показником рівня неспецифічної активації [7; 14; 16; 17]. Вікова динаміка РФМ, як і попередніх критеріїв, має хвилеподібний характер з піками підйому у 8, 11 та 15 років.

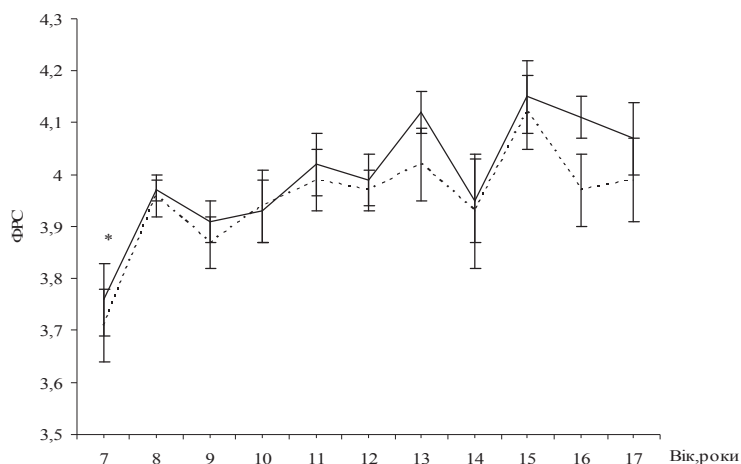


Рис. 1. Вікова динаміка значень функціонального рівня системи в хлопчиків (—) та дівчаток (- - -) 7 – 17 років

Ураховуючи те, що оцінка функціонального стану центральної нервової системи проводилася за характеристиками простої рухової реакції, був проведений кореляційний аналіз між значеннями простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) та ФРС, СР, РФМ у вікових групах 7 – 17 років у хлопчиків та дівчаток (рис. 4, 5).

Таблиця 2

Значення стійкості реакції в хлопчиків та дівчаток 7 – 17 років

Вік, роки	Кількість обстежуваних	Хлопчики, сек. ⁻¹	Дівчатка, сек. ⁻¹
7	20	1,78±0,09*	1,66±0,011*
8	20	1,89±0,07	1,84±0,07
9	20	1,84±0,06#	1,76±0,07#
10	20	2,01±0,08	1,96±0,09
11	20	2,04±0,08	2,05±0,08
12	20	2,03±0,09	2,02±0,09
13	20	2,01±0,06	1,97±0,06
14	20	1,88±0,09	1,84±0,09
15	20	1,88±0,08	1,86±0,08
16	20	1,96±0,08	1,91±0,09
17	20	1,97±0,07	1,94±0,08

Примітка: * – достовірність різниць між значеннями 7-річних та 10 – 13-річних, # – достовірність різниць між значеннями 9-річних та 11 – 13-річних (p < 0,05)

У хлопчиків зв'язок між ПЗМР і ФРС має хвилеподібний характер. Зниження кореляції відбувається в 9 (r = 0,49), 13 (r = 0,73), 15 (r = 0,53), 17 (r = 0,41) років, підвищення її – у 12 (r = 0,81), 14 (r = 0,87) та 16 (r = 0,71) років (p < 0,05).

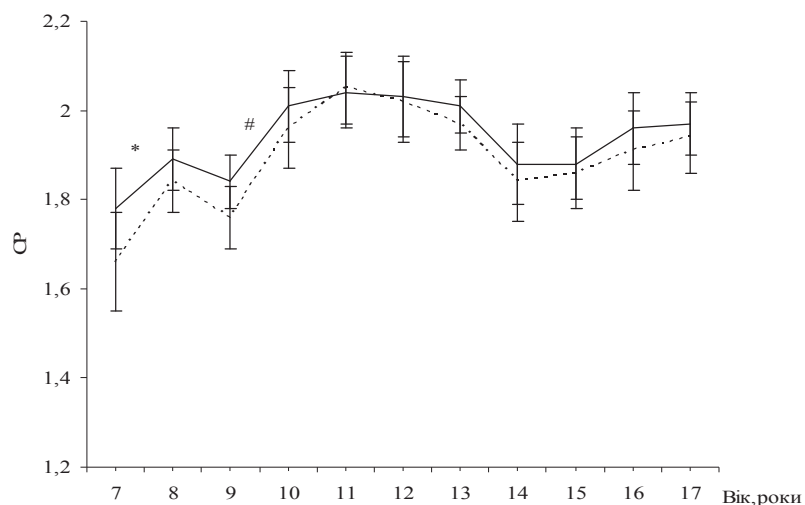


Рис. 2. Вікова динаміка значень стійкості реакції в хлопчиків (—) та дівчаток (- - -) 7 – 17 років

Таблиця 3

Значення рівня функціональних можливостей в хлопчиків та дівчаток 7 – 17 років

Вік, роки	Кількість обстежуваних	Хлопчики, сек. ⁻²	Дівчатка, сек. ⁻²
7	20	2,71±0,13*	2,65±0,012*
8	20	2,99±0,07	2,96±0,07
9	20	2,93±0,07	2,87±0,08
10	20	3,07±0,11	3,02±0,11
11	20	3,18±0,11	3,13±0,11
12	20	3,15±0,11	3,11±0,11
13	20	3,13±0,06	3,09±0,07
14	20	3,01±0,13	2,95±0,12
15	20	3,12±0,11	3,07±0,11
16	20	3,11±0,09	3,01±0,09
17	20	3,07±0,13	3,01±0,13

Примітка: * – достовірність різниць між значеннями 7-річних та іншими віковими групами (p<0,05)

Кореляція між ПЗМР і СР також характеризується чітко вираженими піками підйому у 12 (r = 0,56), 14 (r = 0,54), 16 (r = 0,53) років та спаду в 9 (r = 0,23), 13 (r = 0,11), 15 (r = 0,41) та 17 (r = 0,21) років (p < 0,05).

Між ПЗМР і РФМ зв'язок характеризується чергуванням періодів незначного послаблення в 9 (r = 0,25), 13 (r = 0,52), 15 (r = 0,41), 17 (r = 0,27) років та посилення у 12 (r = 0,78), 14 (r = 0,76), 16 (r = 0,53) років (p < 0,05).

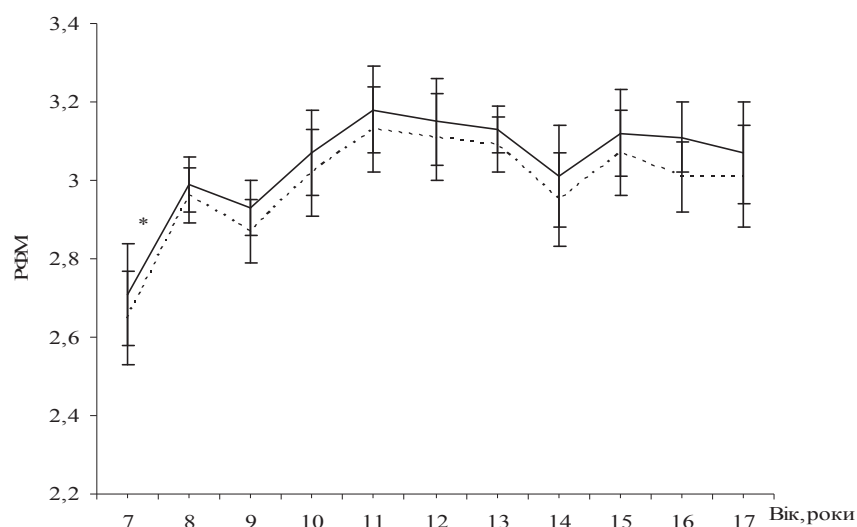


Рис. 3. Вікова динаміка рівня функціональних можливостей в хлопчиків (—) та дівчаток (- - -) 7 – 17 років

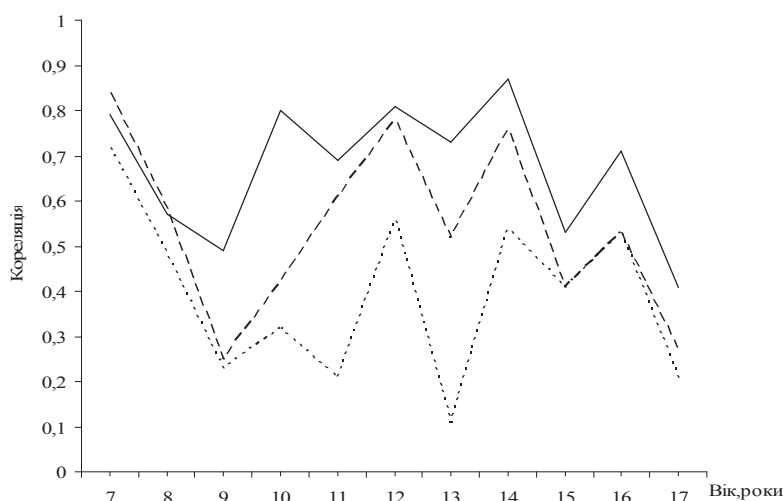


Рис. 4. Кореляція між простою зорово-моторною реакцією та функціональним рівнем системи (—), простою зорово-моторною реакцією та стійкістю реакцій (- - -), простою зорово-моторною реакцією та рівнем функціональних можливостей (- - -) в хлопчиків 7 – 17 років

У дівчаток кореляція між ПЗМР та ФРС, СР, РФМ має подібний до хлопчиків характер. Спостерігаємо чітко виражені піки підйому для ПЗМР – ФРС – у 10 ($r = 0,66$), 14 ($r = 0,81$), 17 ($r = 0,36$) років; для ПЗМР – СР – у 10 ($r = 0,45$), 14 ($r = 0,45$), 17 ($r = 0,51$) років;

для ПЗМР – РФМ – у 10 ($r = 0,49$), 14 ($r = 0,63$), 17 ($r = 0,56$) років та її спаду: для ПЗМР – ФРС – 8 ($r = 0,41$), 12 ($r = 0,35$), 16 ($r = 0,16$) років; для ПЗМР – СР – у 8 ($r = 0,24$), 12 ($r = 0,14$), 16 ($r = 0,21$) років; для ПЗМР – РФМ – у 8 ($r = 0,31$), 12 ($r = 0,25$), 16 ($r = 0,37$) років ($p < 0,05$).

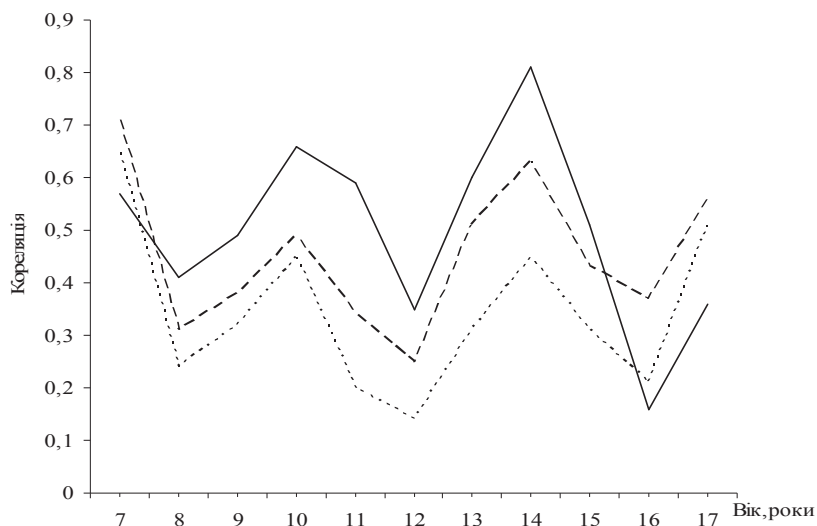


Рис. 5. Кореляція між простою зорово-моторною реакцією та функціональним рівнем системи (—), простою зорово-моторною реакцією та стійкістю реакцій (- - -), простою зорово-моторною реакцією та рівнем функціональних можливостей (- · - ·) в дівчаток 7 – 17 років

Таблиця 4

Підвищення зв'язку в хлопчиків 7 – 17 років

Вид взаємозв'язку	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЗМР – ФРС	+				+	+		+		+	
ПЗМР – СР	+			+		+		+		+	
ПЗМР – РФМ	+					+		+	+	+	

Примітка: + – наявність кореляційних піків у цьому віці

Таблиця 5

Зменшення зв'язку в хлопчиків 7 – 17 років

Вид взаємозв'язку	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЗМР – ФРС			+				+		+		+
ПЗМР – СР			+		+		+		+		+
ПЗМР – РФМ			+				+		+		+

Таким чином, із структури взаємозв'язку можна виділити вікові періоди, коли відбувається збільшення або зменшення кореляції в хлопчиків та в дівчаток (табл. 4, 5, 6, 7).

Таблиця 6

Підвищення зв'язку в дівчаток 7 – 17 років

Вид взаємозв'язку	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЗМР – ФРС	+			+			+				+
ПЗМР – СР			+					+			+
ПЗМР – РФМ	+			+				+			

Таблиця 7

Зменшення зв'язку в дівчаток 7 – 17 років

Вид взаємозв'язку	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЗМР – ФРС		+	+			+				+	
ПЗМР – СР		+				+			+	+	
ПЗМР – РФМ		+			+	+				+	

Отже, як у хлопчиків, так і в дівчаток виділяються вікові періоди, що характеризуються однаковою спрямованістю кореляції, її збільшення для хлопчиків відбувається в 7, 12, 14, 16 років, для дівчаток – у 7, 10, 14, 17 років; зменшення кореляції для хлопчиків – у 9, 13, 15, 17 років, для дівчаток – у 8, 12, 16 років. Тобто в хлопчиків коливання зв'язку відбуваються з періодом у 2 роки, а в дівчаток – 4 роки.

Отримані результати дослідження можна пояснити тим, що вікові зміни будови й функцій організму відбуваються нерівномірно. Спостерігаються періоди прискорення й уповільнення розвитку [4; 14; 18]. А формування функціональної організації мозку дитини в онтогенезі відображає загальну спрямованість еволюційного розвитку – від первинної локалізації через фазу генералізації з одночасною інтеграцією спеціалізованих елементів [12; 15]. Отже, виходячи з теорії надійності біологічних систем, в організмі дитини виникає таке співвідношення елементів фізіологічного процесу, при якому забезпечується оптимальна діяльність процесу збудження під впливом гіпофізарно-гіпоталамічної системи [18].

Отже, проведене дослідження дозволило дійти таких висновків:

1. Вікова динаміка функціонального рівня системи, стійкості реакції та рівня функціональних можливостей має хвилеподібний характер у хлопчиків та дівчаток у віковому періоді від 7 до 17 років.

2. Установлені вікові періоди, що характеризуються однотипною спрямованістю кореляції щодо процесу збудження – збільшенням її або зменшенням.

Література

- 1. Анохин Н. А.** Физиология сенсорных систем / Н. А. Анохин. – Л. : Наука, 1972. – 703 с.
- 2. Аршавский И. А.** Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М. : Наука, 1982. – 270 с.
- 3. Батуев А. С.** Высшая нервная деятельность / А. С. Батуев. – М. : Высш. шк., 1991. – 255 с.
- 4. Альтман Я. А.** Физиология сенсорных систем / Я. А. Альтман. – М. : Паритет, 2003. – 440 с.
- 5. Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6 – 16 лет / М. М. Безруких, М. Ф. Киселев, Г. Д. Комаров и др. // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 3. – С. 100 – 107.**
- 6. Бетелева Т. Г.** Сенсорные механизмы развивающегося мозга / Т. Г. Бетелева, Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер. – М. : Наука, 1977. – 175 с.
- 7. Данилова Н. Н.** Функциональные состояния: механизмы и диагностика / Н. Н. Данилова. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 288 с.
- 8. Кокун О. М.** Психофизиология / О. М. Кокун. – М. : Паритет, 2006. – 326 с.
- 9. Лоскутова Т. В.** Оценка функционального состояния центральной нервной системы по параметрам простой двигательной реакции / Т. В. Лоскутова // Физиол. журн. СССР. – 1975. – Т. 51, № 1. – С. 3 – 11.
- 10. Макаренко Н. В.** Психофизиологические функции человека и операторский труд / Н. В. Макаренко. – К. : Наукова думка, 1991. – 216 с.
- 11. Вартамян Г. А.** Нейробиологические основы ВНД / Г. А. Вартамян, А. А. Пирогов. – Л. : Наука, 1991. – 167 с.
- 12. Северьянова Л. А.** Влияние адаптивных гормонов на интегративную деятельность мозга / Л. А. Северьянова. – М. : Наука, 1988. – 123 с.
- 13. Вікові зміни вищої нервової діяльності у людини / М. В. Макаренко, Т. І. Борейко, В. С. Лизогуб та ін. // Вісн. Черкас. держ. ун-ту : Актуальні проблеми фізіології. – Черкаси, 1996. – Вид. 1. – С. 49 – 53.**
- 14. Судаков К. В.** Основы физиологии функциональных систем / К. В. Судаков. – М. : Медицина, 1983. – 272 с.
- 15. Фарбер Д. А.** Функциональная организация развивающегося мозга / Д. А. Фарбер, Н. В. Дубровинская // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, № 5. – С. 17 – 27.
- 16. Каменецкая З. И.** О функциональном состоянии ЦНС и двигательного аппарата при некоторых видах умственного труда / З. И. Каменецкая // Физиол. журн. – 1971. – № 7. – С. 25 – 28.
- 17. Макаренко Н. В.** Латентный период сенсомоторных реакций у лиц с различной функциональной подвижностью нервной системы / Н. В. Макаренко // Журн. высш. нерв. деят. – 1989. – Т. 39, № 6. – С. 141 – 147.
- 18. Маркосян А. А.** Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / А. А. Маркосян. – М. : Медицина, 1969. – 180 с.

Сисоєнко Н. В., Петренко Ю. О., Меньших О. Е., Байда О. Г., Кузьменко Р. П. Вікова динаміка функціонального стану центральної нервової системи у дітей шкільного віку

За характеристиками рухової реакції досліджувався функціональний стан центральної нервової системи у хлопчиків і дівчаток у віці від 7 до 17 років. Встановлені особливості вікової динаміки функціонального рівня системи, стійкості реакції, рівня функціональних можливостей. Визначені вікові періоди посилення і ослаблення кореляції між показниками рухової реакції і критеріями функціонального достатку центральної нервової системи.

Ключові слова: функціональний стан, центральна нервова система, діти шкільного віку.

Сысоенко Н. В., Петренко Ю. А., Меньших Е. Э., Байда А. Г., Кузьменко Р. П. Возрастная динамика функционального состояния центральной нервной системы у детей школьного возраста

По характеристикам двигательной реакции исследовалось функциональное состояние центральной нервной системы у мальчиков и девочек в возрасте от 7 до 17 лет. Установлены особенности возрастной динамики функционального уровня системы, устойчивости реакции, уровня функциональных возможностей. Определены возрастные периоды усиления и ослабления корреляции между показателями двигательной реакции и критериями функционального состояния центральной нервной системы.

Ключевые слова: функциональное состояние, центральная нервная система, дети школьного возраста.

Sysoenko N. V., Petrenko Yu. O., Menshyh O. E., Bajda O. G., Kuzmenko R. P. An age-old dynamics of the functional state of the school age children's central nervous system

By descriptions of motive reaction the functional state of central nervous system of boys and girls in age from 7 to 17 years was probed. Peculiarities of age-dependent dynamics of functional level of system, stability of the reaction, level of functional possibilities were established. The age-dependent periods of strengthening and weakening of correlation between the indexes of motive reaction and criteria of the functional state of central nervous system were determined.

Key words: functional status, central nervous system, children of school age.