

М.В. Макаренко, Ю.О. Петренко, О.Г. Байда, О.Е. Меньших

Вікова динаміка рухової реакції дітей шкільного віку

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

ВСТУП

Оцінка функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) у людини пов'язана з дослідженнями різних систем організму, що значною мірою визначають характер перебігу сенсорних, вегетативних, рухових і поведінкових реакцій [2–4]. Вона набуває особливого значення у зв'язку зі збільшенням дії на організм людини факторів зовнішнього середовища, що в свою чергу зумовлює підвищений ризик розвитку різноманітних функціональних та адаптаційних порушень [1, 5, 6]. Також ця проблема має відношення і до надійності людської ланки складних інформаційних систем і для професійного відбору осіб, найбільш придатних для відповідних видів діяльності. Виявлення психофізіологічних станів пов'язане з методичними труднощами. Одним із методів оцінювання їх може бути використання функціонального стану ЦНС, який є кінцевим вираженням діяльності нервової системи, що поєднує окремі властивості різних систем організму та організму в цілому [8, 10, 11, 13]. Займаючись проблемою формування та становлення властивостей психофізіологічних функцій людини у пізні періоди онтогенезу й їх ролі в успішності професійної діяльності, перспективним, на нашу думку, є і дослід-

ження особливостей вікової динаміки саме функціонального стану ЦНС, в тому числі і дітей шкільного віку різної статі віком від 7 до 17 років, що і стало метою нашої роботи.

МЕТОДИКА

Обстежено 440 учнів Черкаської загальноосвітньої школи №7 (по 220 осіб кожної статі). Всі обстежувані були розподілені на 11 груп залежно від їх віку (від 7 до 17 років) на момент проведення дослідження. У них визначали швидкісні реакції простого сенсомоторного реагування та кількісні характеристики функціонального стану ЦНС.

Функціональний стан ЦНС характеризували за показниками простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) з використанням методики Лоскутової [11]. При цьому визначали три кількісні параметри: функціональний рівень системи (ФРС), стійкість реакції (СР) та рівень функціональних можливостей (РФМ).

ФРС, СР і РФМ розраховували за формулами:

$$\text{ФРС} = \ln \frac{1}{2\sqrt{2} \ln \sigma M};$$

$$\text{СР} = \ln \left[\frac{\Phi\left(\frac{X_2 - m}{\sigma\sqrt{2}}\right) - \Phi\left(\frac{X_1 - m}{\sigma\sqrt{2}}\right)}{4\sqrt{2} \ln 2\sigma} \right];$$

$$PФМ = \ln \frac{\left[\Phi \left(\frac{X_2 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) - \Phi \left(\frac{X_1 - m}{\sigma \sqrt{2}} \right) \right]}{4\sqrt{2} \ln 2 \sigma m},$$

де 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.

Оцінку ПЗМР проводили на комп'ютерній системі «Діагност-1» [15]. Кожний обстежуваний повинен був у разі появи на екрані будь-якого подразника (геометричні фігури – трикутник, коло, квадрат) швидко натиснути та відпустити праву кнопку пульта. Обстежуваному пред'являли три серії подразників по тридцять кожна. В залік зараховували кращий результат.

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

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У хлопчиків і дівчаток за період від 7 до 17 років спостерігалися незначні коливання ФРС (рис. 1). Причому цей показник мав тенденцію до збільшення, тобто до покращення. Деяке зменшення ФРС у віці 14 років (хлопчики $3,95 \pm 0,08$ і дівчата $3,93$ ум.од. $\pm 0,11$ ум. од.), можливо, пов'язано зі змінами збудливості нервової системи під час гормональних перебудов у пубертатному періоді [7, 17]. Тобто з віком організація функціональної системи для реалізації процесу розповсюдження збудження по нейронним ланцюгам відбувається швидше [14, 18].

Як вважає Лоскутова Т.Д., чим більший показник (натуральний логарифм) функціонального рівня, тим вище функціональний рівень ЦНС, оскільки чим вище її тону-

тим легше організується функціональна система для реалізації даної реакції і тим коротшим буде час виконання рухового акту.

Вікова динаміка СР також має незначні коливання, але з чітко вираженим піком у дітей від 10 до 13 років (рис. 2, 3). Зміни СР більш повільні, ніж ФРС. Статистично достовірних відмінностей у значеннях цього критерію функціонального стану ЦНС між хлопчиками та дівчатками не встановлено ($P > 0,05$). Значення СР стають тим більшими, чим більший час реакцій групється навколо модального ряду, тобто чим менше їх розсіювання, тим компактніший розподіл. Різне значення часу реакцій є проявом стохастичного принципу діяльності нервової системи і, слід вважати, віддзеркалює флуктуацію стану структури ритму. Тому СР простого зорово-моторного акту розглядалося як стійкість стану ЦНС. Слід гадати, що СР пов'язана з урівноваженістю основних нервових процесів та з такою психологічною властивістю, як увага.

РФМ – це третій і останній критерій оцінки функціонального стану ЦНС. На думку Лоскутової [11], він, мабуть, дає змогу говорити про здатність людини формувати адекватну задачам функціональну систему і досить довго її утримувати.

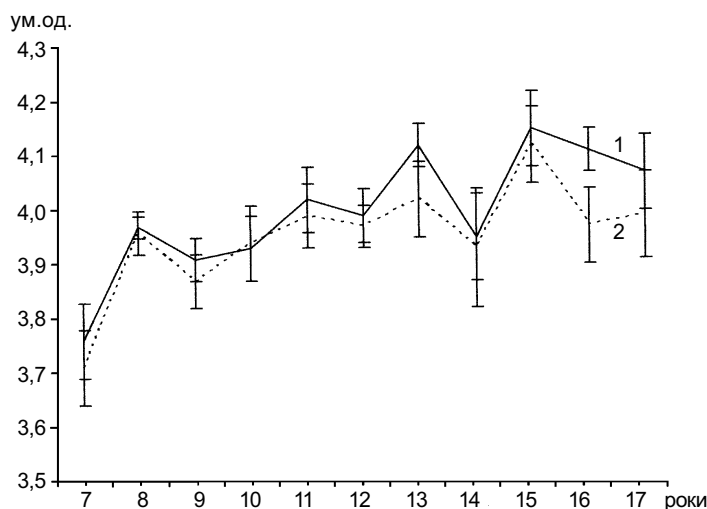


Рис. 1. Вікова динаміка значень функціонального рівня системи у хлопчиків (1) і у дівчаток (2) віком від 7 до 17 років

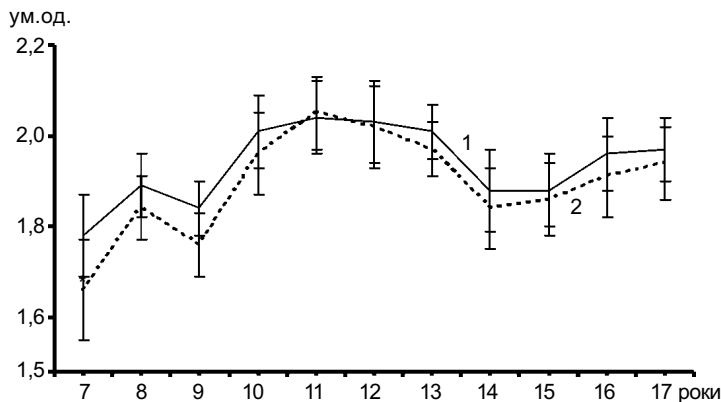


Рис. 2. Вікова динаміка значень стійкості реакції у хлопчиків (1) і у дівчаток (2) віком від 7 до 17 років

Згідно з нашими результатами, у дітей від 7 до 17 років незалежно від статі та віку майже однаково (з тенденцією до поступового незначного зростання) формується функціональна система і, відповідно до літературних даних, вона є показником рівня неспецифічної активації [8, 9, 12, 18]. Вікова динаміка РФМ, як і попередніх критеріїв оцінки функціонального стану за умов реалізації простої рухової реакції, має незначні коливання з піками підйому у 8, 11 та 15 років.

Враховуючи те, що оцінка функціонального стану ЦНС проводилася за характеристиками простої рухової реакції, був проведений кореляційний аналіз значень ПЗМР і ФРС, СР і РФМ у всіх групах хлопчиків і дівчаток (рис.4).

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

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 і спаду у 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 у 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 ($P<0,05$).

У дівчаток кореляція між ПЗМР і ФРС, СР, РФМ має подібний характер до хлопчиків. 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 ($P<0,05$).

Отже, як у хлопчиків, так і у дівчаток виділяються вікові періоди, які характеризуються однаковою спрямованістю кореляції. Її збільшення для хлопчиків відбувається у 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, у хлопчиків коливання зв'язку відбуваються з

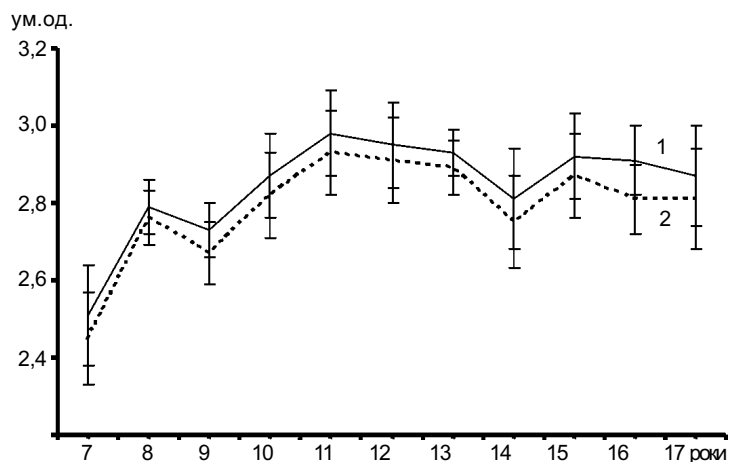


Рис. 3. Вікова динаміка рівня функціональних можливостей у хлопчиків (1) і у дівчаток (2) віком від 7 до 17 років

періодом у 2 роки, а у дівчаток – 4 роки.

Отримані результати можна пояснити віковими змінами структури і функцій організму, що і проявляється в нерівномірності періодів прискорення та уповільнення розвитку [1, 16, 18]. А формування функціональної організації мозку людини в онтогенезі відображає загальну спрямованість еволюційного розвитку – від первинної локалізації через фазу генералізації з одночасною інтеграцією спеціалізованих елементів [17, 19].

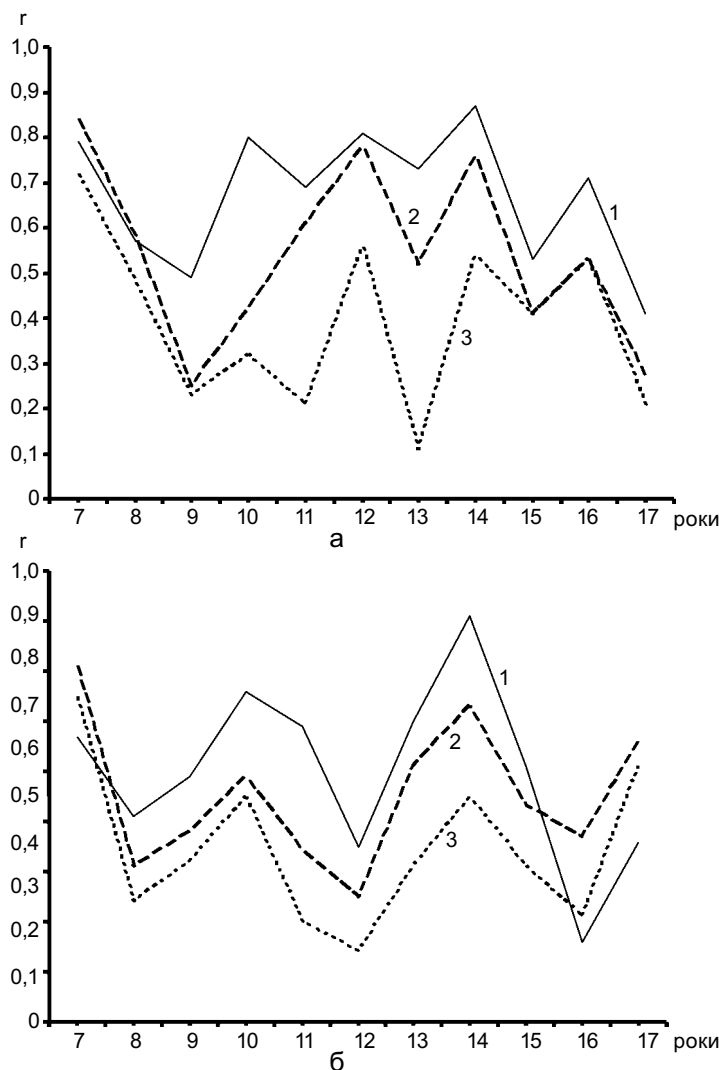


Рис. 4. Кореляція між простою зорово-моторною реакцією та функціональним рівнем системи (1), простою зорово-моторною реакцією та стійкістю реакцій (2), простою зорово-моторною реакцією та рівнем функціональних можливостей (3) у хлопчиків (а) та дівчаток (б) віком від 7 до 17 років

Таким чином, наявний експериментальний матеріал дає нам право зробити деякі узагальнення. Вікова динаміка ФРС, СР та РФМ як індикаторів функціонального стану ЦНС [11], характеризується незначною хвилеподібністю незалежно від статі. Характерно, що кількісні показники кожного із рівнів, запропонованих станів, із року в рік, за виключенням 7-річного віку для ФРС та для 7- і 9-річного віку для СР, що, можливо, пов'язано з навчальними навантаженнями за перший рік та настан-

ням втому у третьому, достовірно не відрізняються. Це, слід вважати, може бути доказом прояву стабільної діяльності організму, а значить і функціонального стану ЦНС, за умов виконання ним простої сенсомоторної задачі. Окрім того, визначено і кількісні показники цих станів. Для ФРС цього вікового періоду вони становлять $3,76 \pm 0,07$ та $4,15$ ум. од. $\pm 0,07$ ум. од. у хлопчиків і $3,71 \pm 0,07$ та $4,12$ ум. од. $\pm 0,07$ ум. од. у дівчаток; для критерію СР – $1,78 \pm 0,09$ та $2,04 \pm 0,08$ і $1,66 \pm 0,01$ та $2,05$ ум. од. $\pm 0,08$ ум. од. відповідно; а для РФМ – $2,71 \pm 0,13$ та $3,18 \pm 0,11$ у хлопчиків та $2,65 \pm 0,01$ і $3,13$ ум. од. $\pm 0,11$ ум. од. у дівчаток.

Отримані таким чином середні значення ФРС, СР і РФМ можуть бути нормами для характеристики функціонального стану ЦНС за умов здійснення обстеження простих рухових актів для кожної вікової групи даного періоду онтогенезу (від 7 до 17 років) і для кожної статі.

Перспективними, на нашу думку, можуть бути експерименти з вивчення функціональних станів ЦНС за умов впливу на організм різних факторів зовнішнього та

внутрішнього середовища як в осіб різної статі та віку, так і з урахуванням результативності (ефективності) трудової діяльності.

**M.V. Makarenko, Yu.A. Petrenko, O.G. Bajda,
O.E. Menshyh**

AGE-RELATED DYNAMICS OF THE FUNCTIONAL STATE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN SCHOOL CHILDREN

We studied functional state of the central nervous system of boys and girls aged from 7 to 17 years old. Peculiarities of age-dependent dynamics of functional level of the central nervous system, stability of the reactions, levels of functional possibilities were described. The age-dependent periods of strengthening and weakening of correlation between the indexes of motive reaction and the criteria of the functional state of central nervous system were determined.

Bohdan Hmelnytsky Cherkassy National University

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтман Я.А. Физиология сенсорных систем. – М.: Паритет, 2003. – 440 с.
2. Анохин Н.А. Физиология сенсорных систем. – Л.: Наука, 1972. – 703 с.
3. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
4. Батуев А.С. Высшая нервная деятельность. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с.
5. Безруких М.М., Киселев М.Ф., Комаров Г.Д. и др. Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6-16 лет // Физиология человека. – 2000. – 26, №3. – С. 100–107.
6. Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А. Сенсорные механизмы развивающегося мозга. – М.: Наука, 1977. – 175 с.
7. Вартамян Г.А., Пирогов А.А. Нейробиологические основы ВВД. – Л.: Наука, 1991. – 167 с.
8. Данилова Н.Н. Функциональные состояния: механизмы и диагностика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, – 1985. – 288 с.
9. Каменецкая З.И. О функциональном состоянии ЦНС и двигательного аппарата при некоторых видах умственного труда // Физиол. журн. – 1971. – №7. – С. 25–28.
10. Кокун О.М. Психофизиология. – М.: Паритет, 2006. – 326 с.
11. Лоскутова Т.Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы по параметрам простой двигательной реакции // Физиол. журн. СССР. – 1975. – 51, №1. – С. 3–11.
12. Макаренко Н.В. Латентный период сенсомоторных реакций у лиц с различной функциональной подвижностью нервной системы // Журн. высш. нерв. деятельности. – 1989. – 39, №6. – С.141–147.
13. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – К.: Наук. думка, 1991. – 216 с.
14. Макаренко М.В., Борейко Т.І., Лизогуб В.С. та ін. Вікові зміни вищої нервової діяльності у людини // Вісн. Черкас. ун-ту: Актуальні проблеми фізіології. – Черкаси, 1996. – С.49–53.
15. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Комп'ютерна система «Діагност-1» для визначення нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності // Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі: Матеріали симпоз. – Черкаси, 2003. – С. 60.
16. Маркосян А.А. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков. – М.: Медицина, 1969. – 180 с.
17. Северьянова Л.А. Влияние адаптивных гормонов на интегративную деятельность мозга. – М.: Наука, 1988. – 123 с.
18. Судаков К.В. Основы физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
19. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга // Физиология человека. – 1991. – 17, №5. – С.17–27.

Черкас. нац. ун-т імені Богдана Хмельницького

*Матеріал надійшов до
редакції 05.11.2008*