

М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Т.В. Кожемяко, Н.П. Черненко

Вікові особливості швидкості центральної обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

У людей віком від 7 до 20 років вивчали динаміку становлення швидкості центральної обробки інформації (ЦОІ) та її зв'язок з функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП). Виявлено, що у дітей, підлітків та юнаків швидкість ЦОІ та ФРНП поступово підвищувалися та сягали максимального розвитку у 19–20 років. У всіх вікових групах обстежуваних з різним рівнем ФРНП виявлені статистично значимі відмінності швидкості ЦОІ. Особи з високим рівнем ФРНП характеризувалися достовірно вищими значеннями швидкості ЦОІ порівняно з особами з низьким рівнем. Кореляційний аналіз підтвердив ці відмінності. Встановлені загальні вікові закономірності формування ЦОІ і ФРНП, що свідчить на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. Існують підстави стверджувати, що швидкість ЦОІ, яка характеризує індивідуальні особливості переробки інформації, може бути використана як індикатор ФРНП та збільшити можливість аналізу експериментального матеріалу.

Ключові слова: швидкість центральної обробки інформації, функціональна рухливість нервових процесів, вікові особливості, індивідуальні особливості переробки інформації.

ВСТУП

Для встановлення індивідуальних психофізіологічних відмінностей поміж людей широко застосовуються методики, котрі спрямовані на визначення високо генетично детермінованих типологічних властивостей вищої нервової діяльності, до яких відносять функціональну рухливість, силу та врівноваженість нервових процесів. У дослідженнях [3, 4, 13] представлені дані динаміки їх формування в онтогенезі. На нашу думку, вагомим параметром оцінки індивідуальних відмінностей за властивостями основних нервових процесів може стати і показник швидкості центральної обробки інформації (ЦОІ), який визначається як різниця часу латентних періодів складних сенсомоторних реакцій вибору двох з трьох подразників (PB_{2-3}) і прихованого часу простих зорово-моторних

реакцій (ПЗМР). Доведено [7] інформативну цінність часу цього показника та його зв'язок з типологічними властивостями у людей зрілого віку. Але нині все більш очевидним стає той факт, що аналіз будь-якого психофізіологічного процесу не буде повним, якщо він проводиться без урахування вікових особливостей. На сьогодні вікова динаміка швидкості ЦОІ та її зв'язок з властивостями основних нервових процесів, в тому числі і функціональною рухливістю, взагалі не вивчена. Логічно припустити, що в усі вікові періоди між швидкісними характеристиками центральної нервової системи, що визначаються за показниками функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) і швидкістю ЦОІ повинен існувати зв'язок.

Мета нашого дослідження – з'ясувати вікову динаміку швидкості ЦОІ та її зв'язок з ФРНП на різних етапах онтогенезу.

МЕТОДИКА

У 360 обстежуваних дітей віком від 7 до 8 років, підлітків – від 11 до 12 та від 15 до 16 років і юнаків віком від 19 до 20 років визначали: швидкість простих (ПЗМР) і складних (РВ₂₋₃) сенсомоторних реакцій, швидкість ЦОІ та ФРНП. На початку обстеження кожному особу індивідуально ознайомлювали з усім комплексом методик. Дотримувалися таких умов: спочатку визначали час ПЗМР, РВ₂₋₃ та розраховували швидкість ЦОІ, потім переходили до визначення рівня ФРНП.

Дослідження простих і складних зорово-моторних реакцій і ФРНП проводили за методикою Макаренка [6] на апаратному комплексі „Діагност-1”. Показники сенсомоторних реакцій визначали досліджуючи латентні періоди ПЗМР, РВ₂₋₃. Обстежуваним необхідно було якнайшвидше реагувати на появу зображення геометричних фігур: коло, трикутник і квадрат, які з’являлися на екрані приладу (по 10 зображень кожного типу), причому порядок їх пред’явлення був випадковим. Дослідження розпочинали з визначення латентного періоду ПЗМР. Слід було при появі на екрані будь-якого подразника швидко натискати і відпускати праву кнопку виносного пульта. Пред’являлося 30 подразників. Час експозиції становив 0,7 с, а тривалість паузи змінювалася за певною програмою, незалежно від швидкості реакції обстежуваного. Далі досліджували латентний період РВ₂₋₃, при визначенні якого обстежуваний повинен був виконувати завдання обома руками. При появі на екрані приладу геометричної фігури “квадрат” потрібно було якнайшвидше натискати та відпускати праву кнопку правою рукою, при появі “кола” – лівою рукою ліву кнопку, тоді як фігура „трикутник” вважався гальмівним подразником і при його появі не слід натискати жодної з кнопок. Експозиція сигналу, їх кількість була така сама, як і в попередньому тесті.

Кількісну характеристику швидкості ЦОІ визначали за різницею часу латентних періодів складних сенсомоторних реакцій у відповідь на комбінацію світлових подразників (РВ₂₋₃) і прихованого часу ПЗМР.

Рівень ФРНП визначали за результатами переробки складної зорової інформації в режимі „нав’язаного ритму”, котра полягала в диференціюванні позитивних і гальмівних подразників (геометричних фігур, як і у разі з РВ₂₋₃). Кількісним показником його був максимальний темп пред’явлення та переробки сигналів, при якому обстежуваний зробив не більше ніж 5,0–5,5 % помилок. Кількість запропонованих тестів збільшувалася від 30 до 150 подразників за хвилину. Чим вищий був темп переробки інформації, тим вищий і рівень ФРНП.

Отриманий статистичний матеріал обробляли за допомогою комп’ютерної програми Microsoft Excell методами кореляційного аналізу та достовірних різниць середніх значень.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз результатів виявив не лише поступове підвищення ФРНП, але і зменшення швидкості ЦОІ (рис. 1). Дослідження ФРНП виявило, що у обстежуваних різного віку індивідуальний показник цієї властивості знаходився в межах від 50 до 150 подразників за хвилину. Як і слід було очікувати, найнижчим цей показник був у дітей 7–8 років і становив у середньому $68,5 \text{ хв}^{-1} \pm 1,8 \text{ хв}^{-1}$. Надалі в усіх вікових групах спостерігалось поступове підвищення ФРНП аж до максимального її значення $112,5 \text{ хв}^{-1} \pm 1,7 \text{ хв}^{-1}$ у 19–20-річному віці (рис. 2).

Очевидно, що зменшення з віком швидкості ЦОІ та підвищення ФРНП можуть бути пояснені гетерохронним дозріванням різних структур мозку, які забезпечують переробку складного розумового навантаження. Відомо, що у дітей відбуваються

помітні зміни у розвитку прецентральної ділянки кори головного мозку, удосконалюються міжцентральної взаємодії, і в 17–20 років завершується функціональне дозрівання асоціативних зон, що регулюють складну рухову активність, з подальшими спряженими морфологічними та функціональними змінами у нейронних мережах кори головного мозку та удосконаленням нервово-м'язового апарату [7, 9, 11].

Ми не знайшли в літературі відомостей про зв'язок між швидкістю ЦОІ та властивістю функціональної рухливості у осіб різного віку. Кореляційний аналіз виявив зв'язок між цими рядами перемінних у всіх вікових групах. Коефіцієнт кореляції між швидкістю ЦОІ і ФРНП в різні вікові періоди був у межах 0,21–0,41 ($P < 0,05$ –0,001). Так, у дітей 7–8 років він становив

0,29 ($P < 0,01$), у підлітків 11–12 років – 0,41 ($P < 0,001$). У підлітків 15–16 років – 0,21 ($P < 0,05$), у юнаків 19–20 років такий зв'язок сягав 0,33 ($P < 0,01$). Уже ці результати, на нашу думку, є експериментальним доказом того, що швидкість ЦОІ зв'язана з ФРНП. Можна вважати, що у більшості випадків чим вищим був її рівень, тим швидше здійснювалася ЦОІ. І, навпаки, низькі значення швидкості ЦОІ частіше зустрічалися у осіб з низьким рівнем ФРНП. На нашу думку, швидкість ЦОІ – це далеко не просто різниці в часі обробки інформації або окремих мозкових операцій, а результат складної інтегративної діяльності мозку за умов швидкої дискримінації ансамблів збудження [12, 17]. У наших дослідженнях наявність кореляції між ФРНП і кількісними критеріями швидкості ЦОІ у всіх вікових

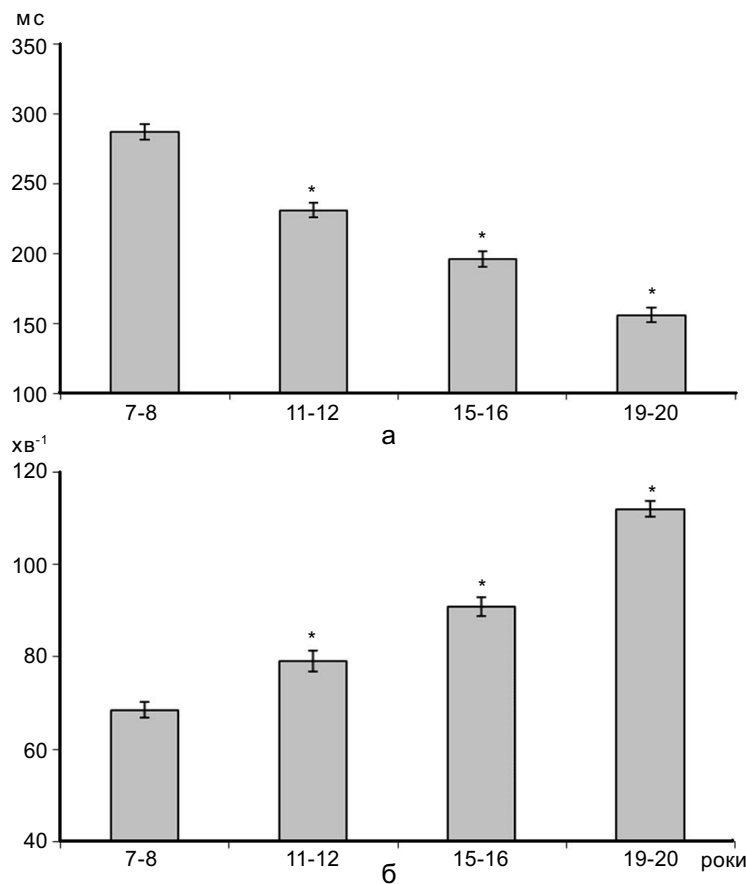


Рис. 1. Вікова динаміка швидкості центральної обробки інформації (а) та рівня функціональної рухливості нервових процесів (б). * $P < 0,05$ між сусідніми віковими періодами

групах свідчить на користь того, що виконання завдання з переробки сенсомоторної інформації з диференціювання позитивних і так званих гальмівних подразників відбувається за умов участі складної аналітико-синтетичної діяльності вищих відділів центральної нервової системи та з відповідним залученням до структурно-функціональної організації мозкової діяльності ФРНП.

Для уточнення результатів кореляції ми провели аналіз достовірності різниць середніх значень швидкості ЦОІ у вікових групах обстежуваних з різним ФРНП. Для цього обстежуваних методом сигмальних відхилень поділили на три групи: з високим, середнім і низьким рівнями ФРНП та порівняли середні значення швидкості ЦОІ.

Результати свідчать про наявність статистично значимих різниць, що спостерігалось у всіх вікових групах (див. рис.2). При цьому у осіб з високим рівнем ФРНП швидкість ЦОІ була достовірно коротшою, ніж у обстежуваних з низьким рівнем цієї властивості ($P < 0,05-0,01$). У групах обстежуваних віком 7–8, 11–12 та 19–20 років достовірні відмінності були між значеннями швидкості ЦОІ у осіб з низьким рівнем ФРНП порівняно з особами з середнім рівнем ($P < 0,05$). А у осіб 15–16 років – поміж груп обстежуваних з високим рівнем

ФРНП порівняно з середнім ($P < 0,05$).

Отже, наявність достовірного кореляційного зв'язку та статистично значимих різниць між значеннями швидкості ЦОІ у вікових групах з різними градаціями ФРНП є експериментальним доказом того, що ці показники пов'язані між собою та мають позитивну вікову динаміку. У результаті інтерпретації отриманих результатів виникає питання: як пояснити такий зв'язок між ФРНП і ЦОІ? Згідно з результатами нашого дослідження, в кожній віковій групі особи з високою функціональною рухливістю швидше обробляли складну інформацію, ніж обстежувані з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Тобто, за умов виконання складного розумового навантаження просторово-часова організація мозкової діяльності у осіб з високою ФРНП сягає вищого рівня, ніж у обстежуваних з низькими її градаціями. Це, очевидно, пов'язано із проявом швидкості об'єднання різних функціонально специфічних нервових мереж в одну систему, узгодження часових характеристик окремих нейронів і центрів та синхронізації їх діяльності [2, 15]. Оскільки відомо, що результат на виході функціональної системи визначається ступенем ізохронізму періодів і ритмів збудження фізіологічних субстратів

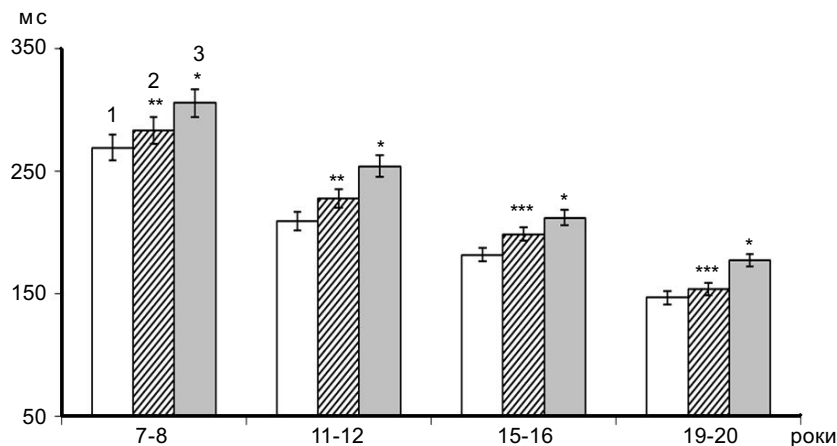


Рис. 2. Швидкість центральної обробки інформації у осіб різного віку з високою (1), середньою (2) та низькою (3) функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП). * $P < 0,05$ між високою та низькою ФРНП у межах одного віку. ** $P < 0,05$ між низькою та середньою ФРНП; *** $P < 0,05$ між високою та середньою ФРНП

[2, 5]. Це положення у фізіології відоме як закон лабільності (рухливості) [1, 8].

Можна припустити, що кожному специфічному сенсомоторному стимулу в корі головного мозку та підкірковому шарі відповідає специфічна просторово-часова мережа збуджених і загальмованих нейронів. Тому високі значення швидкості ЦОІ в наших дослідженнях збігалися з високими значеннями ФРНП, що, слід вважати, може свідчити про високу часову та просторову синхронізацію, когерентність і дискримінаційну здатність декількох різних нейрональних мереж збудження, котрі були активовані в оперативній пам'яті [10, 14, 16].

Крім того, слід зазначити, що швидкість ЦОІ залежить від часу сприйняття сигналу, аналізу, прийняття рішення, передачі його на ефектор і забезпечується складною аналітико-синтетичною діяльністю, специфічними інформаційними механізмами виникнення та припинення нервових процесів, швидкістю їх переміщення по нервовим мережам кори головного мозку [8]. У цьому разі індивідуальні різниці значень швидкості ЦОІ будуть залежати від динамічних властивостей кортикальних структур, тобто цілої працюючої функціональної системи, що визначається ФРНП. Надання ФРНП фізіологічної основи прояву ЦОІ має підстави, оскільки структурно-функціональна організація вищих відділів центральної нервової системи не можлива без участі високо генетично детермінованих властивостей вищої нервової діяльності, до яких відноситься і ФРНП [8].

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що кількісні критерії швидкості ЦОІ характеризують індивідуальні відмінності переробки інформації та разом з ФРНП можуть бути індикатором вищих відділів центральної нервової системи.

Важливим результатом нашого дослідження є виявлення високодостовірного зв'язку ФРНП зі швидкістю ЦОІ у всіх вікових групах. На цій основі можна вважати, що у формуванні відповідного

рівня ЦОІ типологічним властивостям вищої нервової діяльності належить вирішальна роль. Тому кількісні критерії ЦОІ у вікових групах дітей, підлітків та юнаків можуть бути використані і для характеристики перебігу низки психофізіологічних функцій в онтогенезі.

ВИСНОВКИ

1. У дітей, підлітків та юнаків швидкісні характеристики ЦОІ та ФРНП поступово підвищуються та сягають максимального рівня у віці 19–20 років.

2. В усіх вікових групах з різними градаціями ФРНП встановлені статистично значимі різниці швидкості ЦОІ, що підтверджується і кореляційним аналізом. Особи з високим рівнем ФРНП характеризуються достовірно вищою швидкістю, ніж обстежувані з низьким та середнім.

3. Швидкість ЦОІ у дітей, підлітків та юнаків характеризує індивідуальні особливості переробки складної інформації і разом з ФРНП може бути використана як інформативний критерій оцінки типологічних властивостей ВНД та низки психофізіологічних функцій, а також поведінкових реакцій.

Н.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Т.В. Кожемяко, Н.П. Черненко

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СКОРОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДВИЖНОСТИ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ

У людей в возрасте от 7 и до 20 лет изучали динамику становления скорости центральной обработки информации (ЦОИ) и ее связь с функциональной подвижностью нервных процессов (ФПНП). Выявлено, что у детей, подростков и юношей показатели ЦОИ и ФПНП постепенно повышались и достигали максимального развития в возрасте от 19 до 20 лет. Во всех возрастных группах у обследованных с различным уровнем ФПНП обнаружены статистически значимые различия скорости ЦОИ. Лица с высоким уровнем ФПНП характеризовались достоверно высшими значениями скорости ЦОИ по сравнению с обследованными с низким уровнем. Корреляционный анализ подтвердил эти различия. Установлены общие

возрастные закономерности формирования ЦОИ и ФПНП, что свидетельствует в пользу генетически детерминированной программы их развития. Имеются основания утверждать, что скорость ЦОИ, характеризующая индивидуальные особенности переработки информации, может быть использована в качестве индикатора ФПНП и увеличит возможность анализа экспериментального материала.

Ключевые слова: скорость центральной обработки информации, функциональная подвижность нервных процессов, возрастные особенности, индивидуальные особенности переработки информации.

**M.V. Makarenko, V.S. Lizogub,
T.V. Kozhemyako, N.P. Chernenko**

AGE PECULIARITIES OF THE CENTRAL INFORMATION PROCESSING SPEED AMONG THE PERSONS WITH THE DIFFERENT LEVEL OF THE NERVOUS PROCESSING FUNCTIONAL MOBILITY

The dynamics of the speed formation of the central information processing (CIP) and its connection with functional mobility of nervous processes (FMNP) was investigated among the persons aged 7-20. The indexes of CIP and FMNP among the children, teenagers and youngsters were found to increase gradually and to reach maximum development at the age of 19-20. Statistically significant differences of the CIP speed were found in all age groups of the investigated persons with different levels of FNMP. The persons with high level of FNMP were characterized with reliably high indexes of CIP compared with subjects with the low level of investigated typological properties of high nervous activity (HNA). The correlation proved the reliable relationships between investigated variables. The general age-related conformities in forming CIP and FMNP were established favoring the genetically determined program for development of these nervous system properties. There is a reason to confirm that the index of CIP speed characterizes individual features of information processing and reflects the typological properties of HNA side by side with FMNP.

Key words: speed of the central information processing, functional mobility of nervous processes, age and individual features of information processing.

O.O. Bogomoletz Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Science-investigation Institution of Cherkassy National University of M. Bosa

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Введенский Н.Е. Возбуждение, торможение и наркоз: Избр. тр. – М., 1952. – Т. 2. – С. 397–412.

*Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ;
Наук.-досл. ін-т фізіології ім. М. Босого Черкаськ. нац. ун-ту
ім. Б.Хмельницького*

2. Иваницкий А.М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний // Журн. высш. нерв. деятельности. – 1997. – 47, вып.2. – С. 209–216.

3. Кравченко О.К. Стан властивостей основних нервових процесів, функції пам'яті та уваги у людей зрілого та похилого віку: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2000. – 19 с.

4. Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – К., 2001. – 29 с.

5. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и деятельность головного мозга. – М.: Наука, 1989. – 398 с.

6. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини // Фізіол. журн. – 1999. – 45, №4. – С. 123–131.

7. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Швидкість центральної обробки інформації у людей з різними властивостями основних нервових процесів // Там само. – 2007. – 53, №4. – С. 87–91.

8. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – К.: Наук. думка, 1991. – 216 с.

9. Сологуб Е.Б. Корковая регуляция движений человека. – М.: Медицина, 1981. – 184 с.

10. Ухтомский А.А. Физиологический покой и лабильность как биологические факторы / Сб. соч. Т. 2. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1951. – С. 123–135.

11. Фарбер Д.А., Корниенко И.А., Соськин В.Д. Физиология школьника. – М.: Педагогика, 1990. – 64 с.

12. Філімонова Н.Б., Куценко Т.В., Макаруч М.Ю. Особливості обробки зорової вербальної та невербальної інформації в оперативній пам'яті людини // Фізика живого. – 2006. – 14, №3. – С. 75–86.

13. Хризман Т.П. Развитие функций мозга ребенка. – Л.: Наука, 1978. – 128 с.

14. Чуприкова Н.И. Психология умственного развития. Принцип дифференциации. – М.: Столетие, 1997. – 480 с.

15. Юхименко Л.І. Психофізіологічні функції людей зрілого віку (18–27 років): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 2003. – 17 с.

16. Burle B., Bonnet M. High-speed memory scanning: a behavioral argument for a serial oscillatory model // Cog. Brain Res. – 2000. – 9. – P. 327–337.

17. Edelman G.M. The remembered present. A biological theory of consciousness. – New-York: Basics Books, 1989. – 346 p.

18. Van der Velde F., Marc de Kamps. A model of visual working memory in // PFC Neurocomputing 52–54, June 2003. – P. 419–424.

19. Vogel E.K., Luck S. Quartering the spotlight: Spatial properties of selective storage in visual working memory // J. Vision. – 2005. – 1(3). – P. 9a.

Матеріал надійшов до редакції 12.04.2010