

УДК 612.12+612.85

В. С. Лизогуб<sup>1</sup>, М. Ю. Макаруч<sup>2</sup>, Л. І. Юхименко<sup>2</sup>,  
І. Ф. Зганяйко<sup>3</sup>, Ю. В. Коваль<sup>1</sup>, Д. М. Харченко<sup>1</sup>

## ФУНКЦІОНАЛЬНА РЕОРГАНІЗАЦІЯ ЗОРОВОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ В ОСІБ З ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХУ

*У підлітків та юнаків зі слуховою депривацією досліджували латентні періоди зоровомоторних реакцій різного ступеня складності, а також моторний (МК) і сенсорний (СК) компоненти складної реакції диференціювання та час центральної обробки інформації (ЦОІ). Латентні періоди зоровомоторних реакцій поступово зменшувались та ставали найкоротшими у 18-21 років. Найбільші темпи зниження латентного часу зоровомоторних реакцій різного ступеня складності, незалежно від статусу слухової функції, виявили у віковому діапазоні 14-15 та 16-17 років. Доведено поступове зменшення з віком часу СК, ЦОІ та МК. Встановлено менший час СК та більший МК у глухих відносно осіб з нормальним слухом.*

**Ключові слова:** зоровомоторні реакції, слухова депривація, функціональна реорганізація.

**Постановка проблеми.** Розуміння фізіологічних механізмів інтегративної діяльності мозку тісно пов'язане з вивченням особливостей становлення різних за складністю сенсомоторних функцій в онтогенезі людини [1, 2, 3]. Але на сьогодні зміни у віковій динаміці сенсомоторних функцій, що викликані слуховою депривацією, залишаються не досить з'ясованими.

В експериментах, проведених на тваринах під час раннього онтогенезу, виявлено високу чутливість незрілого мозку до зорової депривації [4].

У літературі накопичені дані відносно морфо-функціональної реорганізації сенсорної системи у тварин, сліпих і глухих людей за умов депривації [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Існують докази відносно високої пластичності сенсорних систем глухих людей, разом з тим, спостерігається обмаль інформації про механізми онтогенезу сенсомоторних функцій.

### Аналіз останніх публікацій

Застосування сучасних інструментальних фізіологічних методів дозволило встановити, що структурні і функціональні наслідки вродженої та набутої глухоти часто спричиняють зміни у рецепторних волоскових клітинах кортієва органа, підкоркових і коркових центрах головного мозку [11].

Як свідчать результати досліджень, відсутність або існування кросмодальної пластичності і мультисенсорної обробки інформації при дисфункціях слуха спричиняють довготермінові зміни в церебральних структурах мозку, зменшують об'єм білої речовини слухового центру та інші неоднорідні морфологічні зміни головного мозку [12].

На сьогодні не відомо, як відбувається функціональна реорганізація зоровомоторної системи підлітків та юнаків за умов обмеження звукової аферентації.

Найбільш інформативним неінвазивним засобом дослідження сенсомоторних функцій глухих вважають реєстрацію сенсомоторних реакцій зорової модальності на навантаження різного ступеня складності.

**Мета статті.** Виявити закономірності та особливості функціональної реорганізації зоровомоторних функцій у підлітків та юнаків зі слуховою депривацією.

### Матеріали і методи

Об'єктом обстеження були 46 підлітків та юнаків зі слуховою депривацією (вроджена або набута у ранньому дитинстві глухота) і така ж кількість їх однолітків з

нормальним слухом. Дослідження здійснювали згідно норм біоетики та положень Гельсинської декларації 1975р. після добровільного письмового погодження обстежуваних.

З'ясування зорово-моторних властивостей включало визначення характеристик латентних періодів простої зоровомоторної реакції (ПЗМР) і складних реакцій вибору одного з трьох (РВ<sub>1-3</sub>) та диференціювання двох з трьох подразників (РВ<sub>2-3</sub>).

Для дослідження зоровомоторних реакцій різного ступеня складності була використана методика і комп'ютерний діагностичний комплекс "Діагност-1М" [13]. В якості подразників використовували геометричні фігури: коло, трикутник і квадрат. Обстежуваний отримував інструкцію, у відповідності до якої при появі на моніторі «квадрат» потрібно було швидко натиснути і відпустити пальцем правої руки на праву кнопку. Поява фігури «коло» вимагала швидкого натискання лівою рукою на ліву кнопку. На «трикутник» – гальмівний подразник - не натискати жодної з кнопок. Аналізували значення ПЗМР, реакції вибору РВ<sub>1-3</sub>, диференціювання РВ<sub>2-3</sub>, час моторного (МК) і сенсорного компонентів (СК), а також розраховували час центральної обробки інформації (ЧЦОІ). МК зоровомоторної реакції визначали шляхом трикратного максимально швидкого натиску кнопки маніпулятора. Кількісну характеристику СК визначали різницею латентних періодів ПЗМР і швидкості МК. ЧЦОІ визначали оригінальним методом [14].

Результати оброблені методами статистики пакетом програм Microsoft Excel-2010.

### Результати та їх обговорення

Аналізували особливості формування різних за складністю зоровомоторних реакцій у обстежуваних з депривацією слуху у віковому діапазоні від 14 до 21 років та проводили співставлення з результатами осіб, які мали нормальний слух (табл. 1).

**Таблиця 1**

Характеристики латентних періодів зоровомоторних реакцій різного ступеня складності у обстежуваних з різним статусом слухової функції

Вікові періоди, роки	Зоровомоторні реакції різної складності (X±m), мс					
	ПЗМР		РВ <sub>1-3</sub>		РВ <sub>2-3</sub>	
	Групи обстежуваних		Групи обстежуваних		Групи обстежуваних	
	Норм. слух	Депривація слуху	Норм. слух	Депривація слуху	Норм. слух	Депривація слуху
14-15	259,1±8,1	290,8±11,1*	368,9±7,3	389,0±10,1*	433,1±5,9	462,2±9,3*
16-17	251,0±7,1	264,9±7,4 <sup>#</sup>	358,9±4,8	371,8±5,8 <sup>#</sup>	430,2±6,4	438,9±6,1 <sup>#</sup>
18-19	243,9±4,4 <sup>#</sup>	259,8±11,5 <sup>#</sup>	349,7±4,5 <sup>#</sup>	368,1±9,6 <sup>#</sup>	420,9±7,1 <sup>#</sup>	426,8±7,3 <sup>#</sup>
20-21	241,5±6,1 <sup>#</sup>	245,3±10,2 <sup>#</sup>	345,6±6,7 <sup>#</sup>	365,3±8,4 <sup>#</sup>	418,3±8,2 <sup>#</sup>	424,8±8,3 <sup>#</sup>

Примітка: \* – достовірність різниць  $p < 0,05$  між групами з нормальним і депривацією слуху в межах одного вікового періода, # – відносно вікового періоду 14-15 років.

Для досліджуваних вікових періодів середні значення ПЗМР мали значимі різниці лише у віковому періоді 14-15 років ( $p < 0,05$ ). У групі глухих виявлені більші значення латентних періодів ПЗМР порівняно з особами такого ж віку, що мали нормальний слух ( $p < 0,05$ ).

У цьому ж віковому періоді встановлено найбільший час ПЗМР, тоді як мінімальні значення цього показника зафіксовано у юнаків 18-21 років ( $p < 0,05$ ).

Незалежно від статусу слухової функції обстежуваних, вікові особливості складних реакцій вибору РВ<sub>1-3</sub> і диференціювання РВ<sub>2-3</sub> мали схожу до ПЗМР динаміку вкорочення латентних періодів від найбільшого у підлітків 14-15 років до найменшого

у юнаків 18-21 років ( $p < 0,05$ ). У групі глухих підлітків 14-15 років латентні періоди складних зоровомоторних реакцій теж були достовірно більшими, ніж у їх однолітків з нормальним слухом ( $p < 0,05$ ).

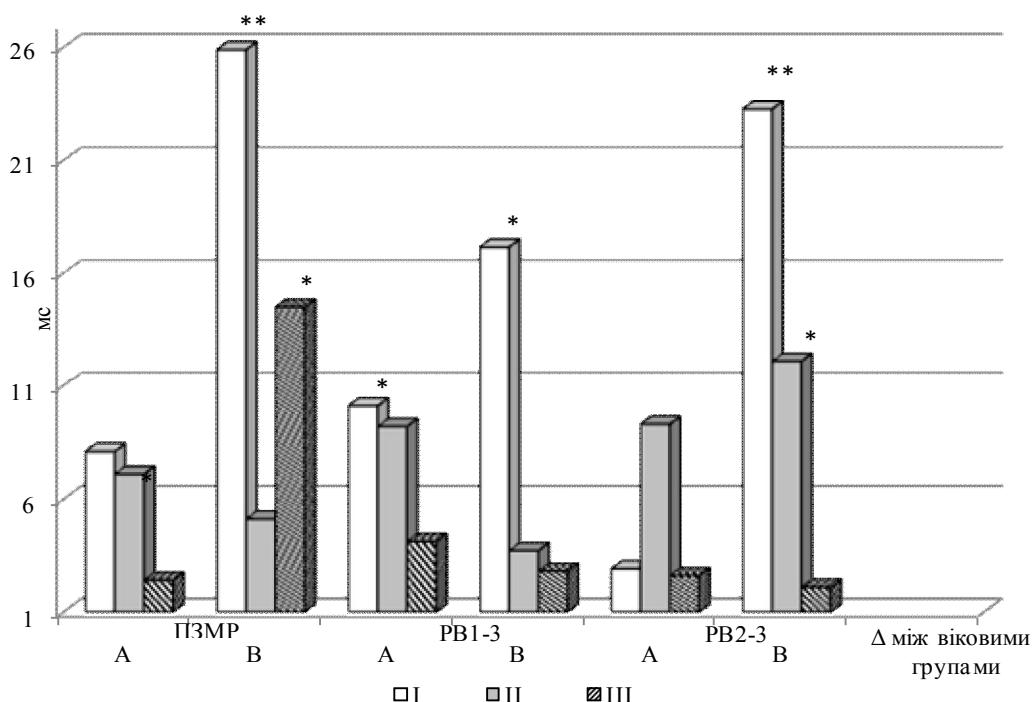
Отже, для обох груп обстежуваних динаміка формування сенсомоторних функцій мала загальні закономірності та розгорталась у відповідності до генетично детермінованої програми вікових змін.

Разом з тим, вікові зміни сенсомоторних реакцій у глухих демонстрували більш інтенсивне щорічне зменшення латентностей, тоді як у людей з нормальним слухом спостерігалось їх завершення та стабілізація на найвищому рівні. Це підтверджується тим, що достовірні відмінності за середніми величинами ПЗМР, РВ<sub>1-3</sub> та РВ<sub>2-3</sub> фіксувалися лише між 14-15 та 18-21 річними обстежуваними.

Не дивлячись на встановлену односпрямованість вікового розвитку сенсомоторних функцій, привертає увагу те, що показники різних за складністю зоровомоторних реакцій у осіб 14-15 років з депривацією слуху були достовірно більшими за такі у обстежуваних цього віку з нормальним слухом.

Ймовірно, виявлені відмінності пояснюються розбіжностями у морфо-функціональних перебудовах нейронних сіток, нервово-м'язового апарату, підкоркових структур мозку, що причетні до переробки інформації у людей з нормальною [2, 15] та обмеженою вхідною аферентацією [3].

Порівняння динаміки зменшення латентного часу зоровомоторних реакцій різного ступеня складності у віковому діапазоні 14-21 років осіб з різним статусом слухової функції, визначеної за різницею між середніми значеннями обстежуваних груп, виявило найбільші темпи такого зниження поміж групами 14-15 та 16-17 років (рис.1).



**Рис. 1.** Темпи зниження латентного часу сенсомоторних реакцій різного ступеня складності у віковому діапазоні 14-21 років осіб з нормальним (А) та депривацією слуху (В) за різницею між середніми значеннями вікових груп 14-15 і 16-17 років (I), 16-17 і 18-19 років (II) та 18-19 і 20-21 років (III); \* – достовірність змін  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ .

Співставлення ж темпів збільшення сенсомоторного реагування між групами з депривацією та з нормальним слухом виявило переважання швидкості вдосконалення сенсомоторної реактивності у глухих порівняно із здоровими, що виявились найбільшими також у віковому періоді 14-17 років.

Порівняння компонентів складної зоровомоторної реакції диференціювання РВ<sub>2-3</sub> – СК, ЧЦОІ та МК обстежуваних груп з нормальним та депривацією слуху дозволило встановити особливості їх вікових змін упродовж періоду онтогенетичного розвитку від 14 до 21 років (табл. 2).

Встановлено достовірні відмінності між показниками СК і МК зоровомоторної реакції диференціювання між обстежуваними з різним статусом слухової функції у всіх досліджуваних вікових періодах ( $p < 0,05$ ).

У всіх вікових групах осіб зі слуховою депривацією час СК достовірно менший (тобто швидкість обробки інформації вища), що на нашу думку, зумовлено явищами кросс-модальної пластичності сенсорної системи обробки інформації ( $p < 0,05$ ). Навпаки, у всіх вікових групах осіб зі слуховою депривацією виявлено більший час МК, що свідчило на користь повільної реакції м'язів на зоровий подразник.

Привертає увагу поступове зменшення з віком показників ЧЦОІ, СК і МК як у осіб з нормальним слухом, так і його депривацією, хоча вірогідних відмінностей такі зміни не набули ( $p > 0,05$ ), що вказувало на досягнення максимального ступеня розвитку досліджуваних компонентів зоровомоторної реакції диференціювання РВ<sub>2-3</sub> упродовж 14-21 років.

Таблиця 2

Характеристики компонентів складної зоровомоторної реакції у обстежуваних з різним статусом слухової функції

Вікові періоди, роки	Часові компоненти зоровомоторної реакції диференціювання РВ <sub>2-3</sub> ( $X \pm m$ ), мс					
	СК		ЧЦОІ		МК	
	Групи обстежуваних		Групи обстежуваних		Групи обстежуваних	
	Норм. слух	Депривація слуху	Норм. слух	Депривація слуху	Норм. слух	Депривація слуху
14-15	169,5±8,2	84,3±14,5*	174,0±5,9	171,9±7,4	90,1±12,2	206,5±10,2*
16-17	171,1±7,3	75,6±15,1*	179,9±8,9	185,0±7,8	80,1±14,3	189,3±9,2*
18-19	168,1±9,2	69,1±12,2*	177,1±9,7	168,2±8,5	76,1±15,2	191,7±8,9*
20-21	169,1±8,3	65,2±11,3*	176,8±10,2	179,9±9,6	72,4±16,5	181,1±9,8 <sup>#</sup>

Примітка: \* – достовірність різниць  $p < 0,05$  між групами з нормальним і депривацією слуху в межах одного вікового періода, # – відносно вікового періоду 14-15 років.

Виключення представляють показники МК обстежуваних 20-21 років з депривацією слухової функції, значення яких були вірогідно меншими порівняно з такими у обстежуваних 14-15 років ( $p < 0,05$ ). Зменшення часу МК в осіб від 14-15 до 20-21 років склало 14%.

Отже, підвищення швидкості і зменшення часу реакції диференціювання у підлітків та юнаків відбувалося за рахунок вкорочення всіх компонентів складної зоровомоторної реакції [3].

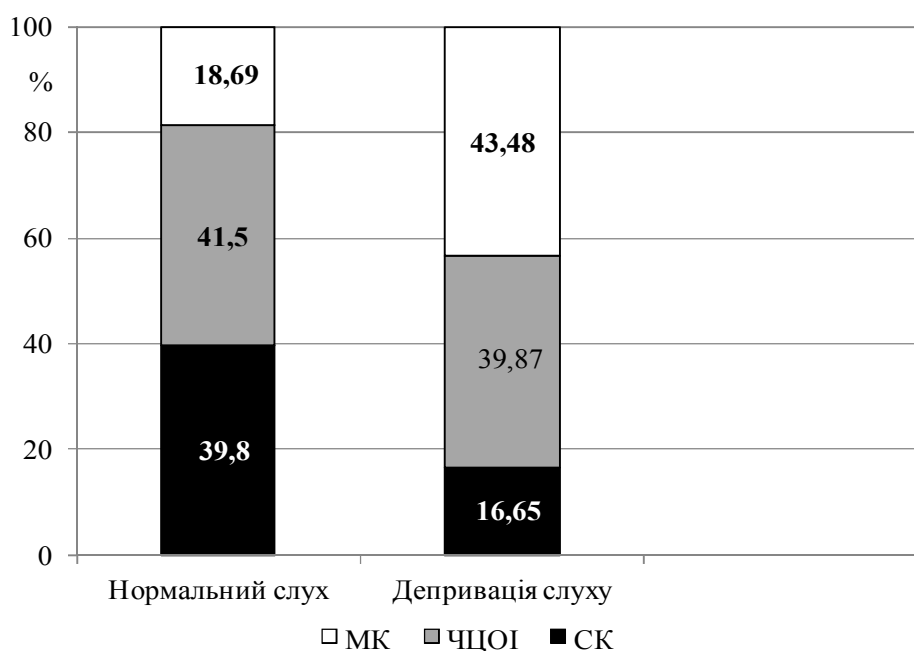
Для обстежуваних з депривацією слухової функції збільшення темпу диференціювання більшою мірою залежало від ЧЦОІ, СК та меншою від дозрівання МК. Тобто, значно знижена швидкість МК компенсувалась підвищеною активністю СК.

Поліпшення дискримінативної функції нервових ансамблів під час складної  $PB_{2-3}$  у осіб з нормальною функцією слуху відбувалось у першу чергу за рахунок скорочення часу МК і ЧЦОІ.

Ймовірно, як поступове покращання з віком часу  $PB_{2-3}$ , так і зменшення часу СК, ЧЦОІ і МК вказують на поступове вдосконалення всіх компонентів складної зоровомоторної реакції диференціювання подразників, як наслідок вікових морфо-функціональних перетворень.

У обстежуваних з депривацією слуху МК дозрівав найповільніше, хоча свого найвищого розвитку, як і у осіб з нормальним слухом, досягав у 20-21 років.

Вклад часових компонентів у здійснення  $PB_{2-3}$  в обстежуваних 14-21 років з різним статусом слухової функції мав суттєві відмінності (рис. 2).



**Рис. 2.** Вклад часових компонентів у здійснення складної зоровомоторної діяльності у обстежуваних 14-21 років з різним статусом слухової функції.

В обстежуваних зі слуховою депривацією вклад часових компонентів  $PB_{2-3}$ , як СК так і ЧЦОІ, був меншим, ніж у осіб з нормальним слухом. Навпаки, питома вага МК у глухих була значно більшою (майже на 25%) ніж в осіб з нормальним слухом.

Отже, нижча моторна реакція у глухих компенсувалася підвищеною реактивністю СК і ЧЦОІ.

### Висновки

1. Встановлено загальні для осіб з нормальним та депривацією слуху закономірності та особливості вікової динаміки зоровомоторних реакцій різного ступеня складності і часу їх сенсорного, центрального, моторного компонентів.
2. У глухих підлітків та юнаків латентні періоди простих і складних реакцій вибору та диференціювання зоровомоторних функцій були достовірно більшими, ніж у вікових групах з нормальним слухом і поступово зменшувалися, досягаючи максимального розвитку в 18-21 років.
3. Найбільші темпи зниження латентного часу зоровомоторних реакцій різного ступеня складності у віковому діапазоні 14-21 років незалежно від статусу слухової функції встановлено поміж групами 14-15 та 16-17 років.

4. Доведено поступове зменшення з віком часу СК, ЦОІ та МК; менший час реакції сенсорного і більший час моторного компоненту у глухих відносно осіб з нормальним слухом; значно нижча моторна реакція глухими компенсується підвищеною реактивністю СК та ЦОІ.

#### Література

1. Иваницкий А. М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний [Текст] / А. М. Иваницкий // Журнал высшей нервной деятельности. – 1997. – Т. 47. – № 2. – С. 209–225.
2. Макаrchук М.Ю. Психофізіологія [навч. пос.] / М.Ю. Макаrchук, Т.В. Куценко, В.І. Кравченко, С.А. Данілов. - К.: ООО «Інтерсервіс», 2011. – 329 с.
3. Лизогуб В.С. Мозговые механизмы функциональной организации сложных слухомоторных реакций / В.С. Лизогуб, Т.В. Кожемяко, Л.И. Юхименко, С.Н. Хоменко // «Educatio» (International Scientific Institute «Educatio»), Новосибирск. Биологические науки. – 2015.– IX (16). – С.132-136.
4. Глезер В.Д. Зрение и мышление / В.Д. Глезер. – СПб.: Наука, 1993. – 284 с.
5. Gougoux F.A. Functional Neuroimaging Study of Sound Localization: Visual Cortex Activity Predicts Performance in Early-Blind Individuals / F. Gougoux, R.J. Zatorre, M. Lassonde, P. Voss, F. Lepore // PLoS Biology. – 2005. – Vol. 3 (2), 27. – P. 0324–0333.
6. Jiang J. Thick Visual Cortex in the Early Blind / J. Jiang, W. Zhu, F. Shi, Y. Liu, J. Li, W. Qin, K. Li, Ch. Yu, T. Jiang // J. Neurosci. – 2009. – Vol. 29 (7). – P. 2205–2211.
7. Klinge C. Increased amygdala activation to emotional auditory stimuli in the blind / C. Klinge, B. Röder, Ch. Büchel // Brain. – 2010. – Vol. 133 (Pt 6). – P. 1729–1736.
8. Ptito M. Alterations of the visual pathways in congenital blindness / Ptito M., Schneider F., Paulson O. B., and Kupers R. // Exp. Brain Res. – 2008. – Vol. 187 (1). – P. 41–49.
9. Renier L.A. et al. Preserved functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Renier L.A., Anurova I., De Volder A.G., Carlson S., Van Meter J., Rauschecker J.P. // Neuron. – 2010. – Vol. 68 (1). – P. 138–148.
10. Voss P. Occipital Cortical Thickness Predicts Performance on Pitch and Musical Tasks in Blind Individuals / Patrice Voss, Robert J. Zatorre // Cerebral Cortex. – 2012. – Vol. 22. – P. 2455– 2465.
11. Butler B.E. Functional and structural changes throughout the auditory system following congenital and early-onset deafness: implications for hearing restoration / B.E. Butler, S.G. Lomber // Frontiers in Systems Neuroscience. – 2013. – 7:92. P. – 1-17. PMID: 24324409.
12. Hribar M. Structural alterations of brain grey and white matter in early deaf adults. / M. Hribar, D. Suput, A.A Carvalho, S. Battelino [at el] // Hear Res. 2014 Dec.318:1-10. doi: 10.1016/j.heares.2014.09.008. Epub 2014 Sep 28.
13. Макаренко М.В. Основи професійного відбору військових спеціалістів і методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми. / М.В. Макаренко. – Київ.: Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних Сил України; 2006. 395 с.
14. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Юхименко Л.І., Хоменко С.М. Пат. 106028 МПК: А 61В5/16. Sposib визначення швидкості центральної обробки інформації вищими відділами нервової системи, а 2013 12529; заявл. 25.10.2013; опубл. 10.07.2014, bjul. № 13.
15. Фарбер Д.А. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) / Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, No 5. – С. 17-24.

#### References

1. Ivanitsky A.M. (1997). Information synthesis in key-branches of the brain cortex as a basis of the personal experiences. Jurnnal nervnoi deatelnosti, (2), 209 – 216 (in Rus.).
2. Makarchuk M.Y., Kutsenko T.V., Kravchenko V.I., Danilov S.A. (2011). Psychophysiology. K.: ООО “Interservice”. 329 (in Ukr.)
3. Lyzogub V.S., Kozhemiako T.V., Yukhymenko L.I., Khomenko S.M. (2015). Brain Mechanisms of Functional Organization of Complex Auditory Motor Reactions. Jurnnal «International Scientific Institute “Educatio”», Novosibirsk. Biologicheskie Nauki, IX (16), 132-136 (in Rus.).
4. Glezer V.D. (1993). Visual System and Thinking. SPb.: Science, 284 (in Rus.).
5. Gougoux F.A., Zatorre R.J., Lassonde M., Voss P., Lepore F. (2005). Functional Neuroimaging Study of Sound Localization: Visual Cortex Activity Predicts Performance in Early-Blind Individual. PLoS Biology. 3 (2), 27, 0324–0333
6. Jiang J., Zhu W., Shi F., Liu Y., Li J., Qin W., Li K., Yu Ch., Jiang (2009). T. Thick Visual Cortex in the Early Blind/, J. Neurosci. 29 (7), 2205–2211

7. Klinge C., Röder B., Büchel Ch. (2010). Increased amygdala activation to emotional auditory stimuli in the blind. *Brain*. 133 (6), 1729–1736
8. Ptito M., Schneider F., Paulson O. B., and Kupers R. (2008). Alterations of the visual pathways in congenital blindness. *Exp. Brain Res.* 187 (1), 41–49
9. Renier L.A. Anurova I., De Volder A.G., Carlson S., Van Meter J., Rauschecker J.P. (2010). Preserved functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind. *Neuron*. 68 (1), 138–148
10. Voss P., Zatorre Robert J. (2012.). Occipital Cortical Thickness Predicts Performance on Pitch and Musical Tasks in Blind Individuals. 22, 2455– 2465
11. Butler B.E., Lomber S.G. (2013). Functional and structural changes throughout the auditory system following congenital and early-onset deafness: implications for hearing restoration. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 7:92, 1-17, PMID: 24324409
12. Hribar M., Suput D., Carvalho A.A., Battelino S. [at el]. (2014). Structural alterations of brain grey and white matter in early deaf adults. *Hear Res.* Dec.318:1-10. doi: 10.1016/j.heares.2014.09.008. Epub 2014 Sep 28
13. Makarenko M.V. Fundamentals of professional selection of military specialists and methods of studying individual physiological differences between people / M.V. Makarenko. - Kyiv.: O.O. Bogomolets Physiology Institute of Ukraine NAS, Research Center of Humanitarian Problems of the Armed Forces of Ukraine; 2006. 395 p (in Ukr.)
14. Makarenko M. V., Lyzogub V. S., Halka M. S., Yukhymenko L. I., Khomenko S. M. (2014). Pat. No. 106028. The way of evaluating psychophysiological state of auditory analyzer. No. a 201002225; declared: 25.10.2013; published: 10.07.2014, Byul. № 13 (in Ukr.)
15. Farber D.A., Dubrovinskaia N.V. (1991). Functional Organization of Developing Brain (Age Features and Some Patterns), *Jurnal Fiziologia Cheloveka*, 17(5) 17 (in Rus.).

**Summary.** *Lyozhub Volodymyr, Makarchuk Mykola, Yukhymenko Liliia, Zganyaiko Iryna, Koval Juliya, Kharchenko Dmytro. Functional organization of visual-motor reactions of the different complexity levels in persons with auditory deprivation.*

**Introduction.** *Understanding the physiological mechanisms of the integrative activity of the brain closely connected with the research of the peculiarities of the formation the different complexity of sensorimotor functions in human ontogenesis. As the results of the research the absence or existence of the cross modal plasticity and multisensory information processing with dysfunctions of the hearing are caused the long-term changes in subcortical and cortical structures of the brain. Today it's unknown how the functional reorganization of the visual-motor system of teenagers and the young men is going in the conditions of the limitation the sound afferentation. The registration of sensomotor reactions of the visual modality on the load of the different degree of the complexity is one of the non-invasive techniques for the study of sensorimotor functions in the deaf persons.*

**Purpose.** *To identify the patterns and features of the functional reorganization visual-motor functions of the different levels of the complexity in teenagers and young men with the auditory deprivation.*

**Methods.** *The research involved 46 teenagers and the young men with auditory deprivation (congenital or acquired in the early childhood deafness) and the same number of their peers with the normal hearing. The research was carried out according to the norms of bioethics and the regulations of 1975 Helsinki Declaration. The understanding of the visual-motor properties included the determination of the characteristics of the latent periods of the simple visual-motor reaction (SVMR) and the complex reactions of the selection one of the three (RS<sub>1-3</sub>) and the differentiation two of the three stimuli (RS<sub>2-3</sub>). The method and the computer diagnostic system "Diagnost-IM" was used for the research of visual-motor reactions of the different difficulty levels.*

**Results.** *The formation dynamics of sensorimotor functions in the both research groups had the common patterns and unfolded according to the genetically determined program of the age-related changes. The indicators of visual-motor reactions of the different complexity were significantly large in the persons of 14-15 years old with hearing deprivation than in such individuals of this age with the normal hearing. Probably the differentiations are explained by the differences in the morpho-functional reconstructions of the neural nets, the neuro-muscular system, the subcortical structures of the brain which involved in the information processing in people with the normal and the limited input afferentation.*

*The comparison of the reduction dynamics of the latent time visual-motor reactions of the various difficulty degrees in the age range of 14-21 years old with the different status of auditory function showed the greatest rate of decline between the groups of 14-15 and 16-17 years old.*

*There have been established the significant differences between the indicators of the sensory component (SC) and motor component (MC) of the differential visual-motor reaction between the examinees with the different status of auditory function in the research persons of the all age periods ( $p < 0.05$ ). For the examinees with the deprivation of the auditory function the increasing of the rate of the differentiation mostly has been depended by time of the central processing of the information (CPI), SC and to a lesser extent from the maturation of MC. That is, the significantly reduced speed of MC in the deaf persons was compensated by the increased activity of SC. The improvement of the discriminative function of the neural ensembles in the individuals with the normal hearing function was occurring in the first place by the reducing of the time MC and CPI during the complex of RS<sub>2,3</sub>.*

**Originality.** *In the examinees people with the auditory deprivation the contribution of the time components RS<sub>2,3</sub> as SC and CPI, were lower than in the persons with the normal hearing, and MC was much larger (almost 25%) than in the persons with normal hearing. So the below motor reaction of the deaf persons was compensated by the increased reactivity of the SC and CPI.*

**Conclusion.** *In the deaf teenagers and the young men the latent periods of the simple and the complex reactions of the choice and the differentiation of visual-motor functions were significantly the higher than in the age groups with the normal hearing and gradually decreased, reaching maximum of the development in the persons of 18-21 years old. The greatest rate of the decrease in the latent time the visual-motor reactions of the various degrees of complexity in the age range of 14-21 years old, regardless of the status of auditory function were installed between the groups of 14-15 and 16-17 years old. The gradual decrease of the time of SC, CPI and MC have been proven with the age; the lesser response time of the sensor component and the longer time of the motor component in the deaf persons in comparison with people with the normal hearing; significantly the lower motor reaction of the deaf persons was compensated by the hyperactivity of SC and CPI.*

**Keywords:** *visual-motor reactions, auditory deprivation, functional reorganization.*

<sup>1</sup> Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup> Черкаський навчально-реабілітаційний центр «Країна добра»

Одержано редакцією 17.12.2016

Прийнято до публікації 15.05.2017