

Особенности когнитивного статуса студентов с нарушением слуха: значение для инклюзивного образования

Кривоногова К.Д.,

аспирант, кафедра психологии и педагогики; педагог-психолог, Институт социальных технологий и реабилитации; Новосибирский государственный технический университет (ФГБОУ ВО НГТУ), Новосибирск, Россия, kseniansk123@gmail.com

Разумникова О.М.,

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры психологии и педагогики факультета психологии, Новосибирский государственный технический университет (ФГБОУ ВО НГТУ), Новосибирск, Россия, razoum@mail.ru

Изучены изменения показателей когнитивного статуса: интеллекта, внимания и памяти у студентов с нарушением слуха (n=26) по сравнению с нормально слышащими (n=28). Обнаружены снижение вербального интеллекта и скорости селекции зрительно предъявленной информации и бóльшие показатели образно-пространственного, чем вербального компонента интеллекта в группе с нарушениями слуха свидетельствуют о развитии компенсаторной зрительной функции. Меньший эффект проактивной интерференции при большем времени исполнительного контроля у студентов с нарушением слуха по сравнению с контрольной группой указывает на недостаточное развитие тормозных функций префронтальных отделов коры головного мозга. Обнаруженные изменения в когнитивном статусе студентов с нарушением слуха следует учитывать в организации инклюзивного образования при разработке программно-методического обеспечения и психолого-педагогических приемов профессионального обучения.

Ключевые слова: нарушение слуха, интеллект, системы внимания, зрительная память, инклюзивное образование.

Для цитаты:

Кривоногова К.Д., Разумникова О.М. Особенности когнитивного статуса студентов с нарушением слуха: значение для инклюзивного образования [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2019. Том 8. № 2. С. 38–52. doi: 10.17759/psyclin.2019080203

For citation:

Krivanogova K.D., Razumnikova O.M. Specificity of the Cognitive Status of Students with Hearing Impairment: Implications for Inclusive Education [Elektronnyi resurs]. Clinical Psychology and Special Education [Klinicheskaiia i spetsial'naia psikhologiiia], 2019, vol. 8, no. 2, pp. 38–52. doi: 10.17759/psycljn. 2019080203 (In Russ., abstr. in Engl.)

Введение

Диагностика когнитивных функций является необходимым компонентом разработки персонализированной траектории образовательного процесса студентов с нарушением слуха, так как позволяет оценить базовое состояние когнитивной сферы и выявить ее ресурсы и направления потенциального расширения. Известно, что нарушения слухового анализатора, особенно в раннем возрасте, приводят к реорганизации функциональных систем мозга и к кросс-модальной перестройке обработки информации с вовлечением в процесс не предназначенных для этого в норме нейронных структур мозга [16]. Так как восприятие и обработка информации в первичной слуховой коре находятся под сильным мультимодальным воздействием, то при обучении формируются ассоциативные связи, основанные на дискриминации и классификации обнаруженных сигналов посредством обучения [20]. При отсутствии звуковых сигналов семантическое картирование может осуществляться с использованием кросс-модальной обработки информации, и сенсорный дефицит раннего периода может быть компенсирован вследствие интенсивного перцептивного и поведенческого обучения [24].

Однако дефицит в усвоении речи при потере слуха влечет за собой трудности в общении, в приобретении навыков чтения, в развитии когнитивных способностей, требующих речевого подкрепления, и в целом – в формировании структуры знаний [21; 23].

Развитие инклюзивного образования в России, в том числе приобретение профессиональных навыков и социальная реабилитация лиц с нарушением слуха, ставит вопросы оценки общих закономерностей в изменениях когнитивных функций и диапазона их индивидуальной вариативности. Базовыми показателями когнитивного статуса студентов, который мы определяем как совокупность показателей когнитивной деятельности, необходимой для успешного обучения в вузе, являются показатели внимания, памяти и интеллектуальных способностей.

Целью работы стало определение особенностей реорганизации структуры интеллекта, систем внимания и памяти студентов с нарушениями слуха для выяснения компенсаторных механизмов в когнитивной деятельности. Мы предположили, что связанное с потерей слуха ослабление исполнительного внимания и вербального интеллекта может быть компенсировано развитием зрительно-пространственных функций.

Методы исследования

Экспериментальную группу (ГрЭ) составили 26 студентов (средний возраст – $19,6 \pm 1,7$; 15 девушек) с нарушением слуха разной этиологии, обучающиеся в Институте социальной реабилитации Новосибирского государственного технического университета (НГТУ). В 69% случаев были диагностированы двухсторонняя сенсоневральная тугоухость III-IV степени либо другие причины нарушения слуха (табл. 1). Контрольную группу (ГрК) составили 28 студентов факультета гуманитарного образования НГТУ с нормативным развитием (средний возраст – $19,0 \pm 1,2$; 17 девушек).

Таблица 1

Частота диагноза нарушения слуха студентов экспериментальной группы

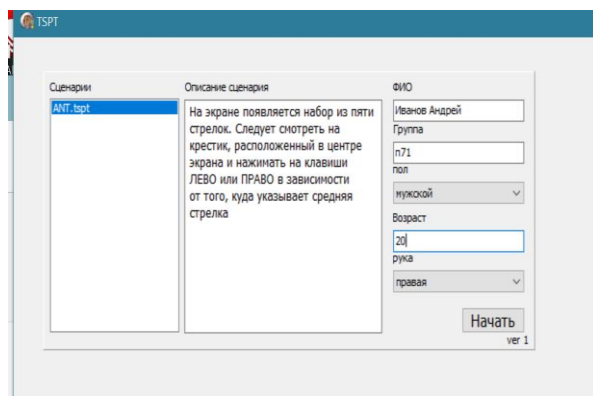
Диагноз	Частота, %
Сенсоневральная тугоухость III степени	46
Сенсоневральная тугоухость IV степени	23
Нейросенсорная потеря слуха односторонняя	23
Двухсторонняя глухота	8

Вербальный компонент интеллекта (IQ_v) мы определяли как среднее двух вербальных субтестов (понятийно-категориальное и логически-ассоциативное мышление), а образный (IQ_s) – как среднее значение при выполнении зрительно-пространственных заданий (образный синтез и пространственное мышление), согласно тесту структуры интеллекта Р. Амтхауэра.

Показатели функций систем внимания оценивались на основе компьютеризированной методики, разработанной нами согласно подходу, предложенному в лаборатории М. Познера для оценки систем внимания (ANT) и доказавшему свою валидность в серии исследований возрастных особенностей функций трех систем внимания и их генетической основы [4; 10]. Процедура тестирования по методике сводится к следующему: каждому участнику исследования задание сначала объяснялось экспериментатором устно, а затем инструкция дублировалась на экране компьютера (рис. 1 А). От участника требовалось нажать на левую или правую стрелку на клавиатуре компьютера соответственно направлению центральной стрелки из набора стимулов, предъявленных на экране компьютера (рис. 1Б).

Функцию системы исполнительного внимания мы определяли как разницу во времени реакции на конгруэнтные (т.е. при совпадении направления стимулов) и неконгруэнтные (т.е. направление центральной стрелки не соответствовало

направлению других стимулов, как это показано на рис. 1 Б). Для определения функций систем бдительности и ориентационного внимания вычислялась разница во времени реакции при сравнении экспериментальных ситуаций с предъявлением стимулов без намека и с намеком, предупреждающим о появлении стимулов или их пространственном расположении. Более подробное описание методики представлено ранее [4; 10].



А



Б

Рис. 1. Скриншот программы для тестирования систем внимания (А) и пример предъявления неконгруэнтных стимулов (Б)

Объем зрительно-пространственной памяти и динамику воспроизведения в трех сериях предъявления стимулов мы измеряли с помощью оригинальной компьютеризированной методики [18]. Участникам исследования предлагалось запомнить любой предъявленный на экране объект в каждой серии случайно предъявляемых объектов.

Полный набор стимулов включал 30 объектов живого мира разных категорий, разного цвета и разного пространственного расположения. При первом предъявлении на экране появлялись три стимула из этого набора, при следующем предъявлении количество стимулов увеличивалось на один, так что при втором предъявлении на экране присутствовал уже отмеченный объект и еще три случайных (рис. 2 А и Б) и так далее до максимально возможного предъявления всех 30 стимулов.

Для исследования применялись три сессии задания, каждая из которых заканчивалась в случае повторного выбора ранее отмеченного объекта. Время тестирования не регламентировалось. При анализе учитывались число правильно воспроизведенных объектов в каждой из трех сессий, общее количество запомненных объектов в трех сессиях и показатель проактивной интерференции, который вычислялся как разница запомненных объектов в первой и третьей сессиях. При каждом тестировании экспериментатор с использованием языка

жестов дополнительно уточнял понимание студентами с нарушенным слухом инструкции выполнения задания.

Для статистического анализа данных применяли непараметрические методы Вилкоксона и Манна–Уитни с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics V. 22.

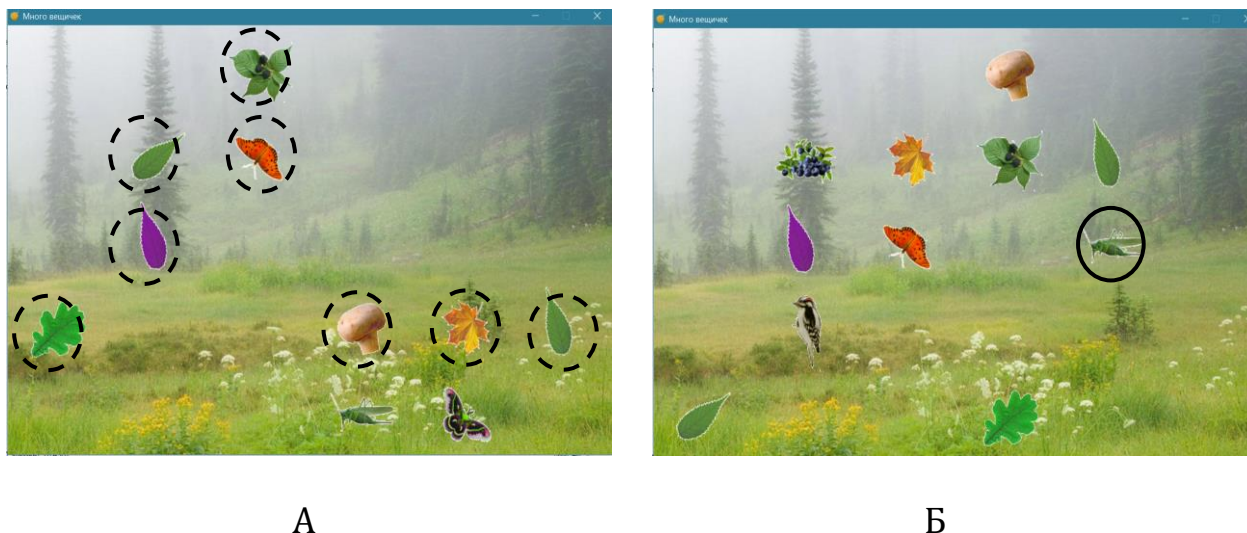


Рис. 2. Скриншот теста зрительной памяти при предъявлении отмеченных ранее восьми стимулов (А) и нового стимула (кузнечик) при следующем предъявлении (Б)

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты сравнительного анализа показателей внимания, памяти и компонентов интеллекта в группах студентов с нарушением слуха (ГрЭ) и нормально слышащих (ГрК) представлены в табл. 2.

Представленные данные указывают, что достоверные различия согласно критерию Манна–Уитни обнаружены в значениях вербального компонента интеллекта (IQ_v), времени реакции при селекции конгруэнтных и неконгруэнтных стимулов и проактивной интерференции. Группа студентов с нарушенным слухом по сравнению с контрольной характеризовалась меньшими значениями IQ_v и проактивной интерференции и бóльшим временем реакции. Различия в памяти для первой серии тестирования, а также показателей исполнительного и ориентационного внимания не достигли значимого уровня ($p=0,11$). Половых различий в выраженности указанных эффектов не обнаружено.

При сравнении зависимых переменных в каждой группе обнаружены разнонаправленные различия компонентов интеллекта: согласно критерию Вилкоксона в группе студентов с нарушением слуха значения IQ_s оказались выше, чем значения IQ_v ($T=5,0$; $p=0,00003$), а в группе с нормой слуха – наоборот ($T=84,5$; $p=0,012$) (рис. 3).

Таблица 2

Сравнение средних значений показателей когнитивного статуса у студентов экспериментальной (с нарушениями слуха) и контрольной (без нарушений слуха) групп

Когнитивные функции	Показатели	ГрЭ (ср.±станд. откл.)	ГрК (ср.±станд. откл.)	U Манна-Уитни	p
Внимание	Ошибки	2,1±2,1	1,8±1,3	141,5	0,923
	Время реакции на конгруэнтные стимулы	612,0±79,6	542,8±55,5	67,0	0,010
	Время реакции на неконгруэнтные стимулы	755,6±127,9	647,3±82,8	69,0	0,011
	Время реакции, характеризующее функции исполнительной системы внимания	143,6±65,5	104,5±48,5	96,5	0,098
	Время реакции, характеризующее функции системы бдительности	40,7±47,7	28,7±31,0	112,0	0,241
	Время реакции, характеризующее функции системы ориентационного внимания	47,5±33,5	31,0±32,4	99,0	0,114
Память	1 серия	14,9±6,2	19,1±5,0	88,0	0,085
	2 серия	9,7±6,4	10,5±7,1	128,0	0,741
	3 серия	11,3±6,7	8,7±4,6	109,5	0,331
	Сумма в трех сериях	35,8±10,0	38,3±11,2	120,0	0,543
	Показатель проактивной интерференции	3,7±8,3	10,4±7,4	76,5	0,034
Интеллект	Вербальный (IQv)	88,0±6,3	106,4±4,9	10,0	0,0001
	Зрительно-пространственный (IQs)	100,5±7,1	102,9±6,7	275,5	0,27

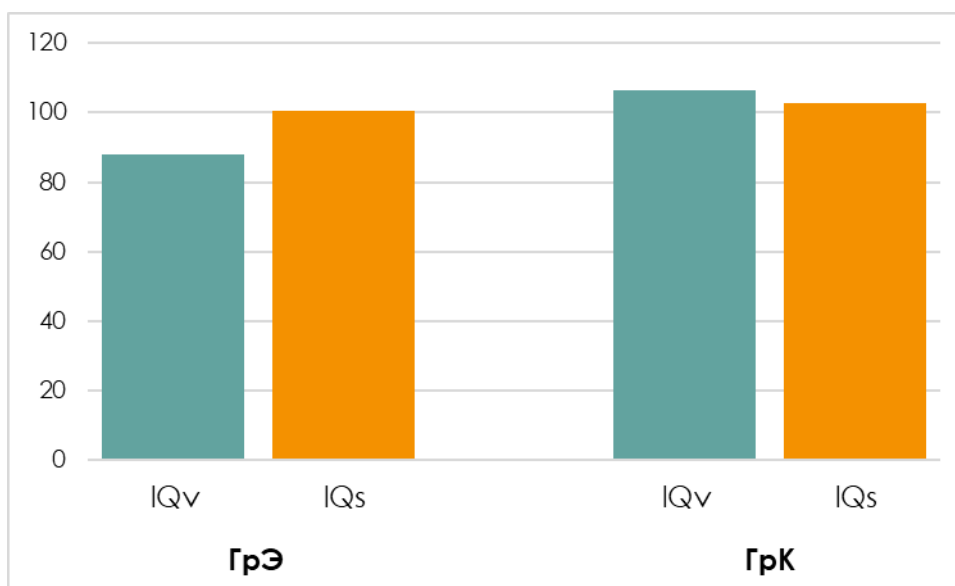


Рис. 3. Различия в уровне вербального (IQv) и зрительно-пространственного (IQs) компонентов интеллекта в группах студентов с нарушением (GrЭ) или нормой слуха (GrК)

Таким образом, как мы и предположили, группа студентов с нарушением слуха характеризовалась меньшими значениями вербального интеллекта в сравнении со зрительно-пространственным. По этому же компоненту интеллекта студенты с нарушенным слухом имели более низкие показатели, чем представители контрольной группой. Группа студентов с нарушениями слуха отличалась от контрольной меньшей скоростью селекции информации.

Известно, что для развития когнитивных функций требуются нейронные ресурсы мозга, которые при поступлении новой информации включаются в организацию новых функциональных систем. Например, после процедуры реабилитации с использованием слухового аппарата в течение года обнаружено снижение активности слуховой и речевой систем вместе с ее повышением в зрительной и фронтальной областях коры, а также увеличение толщины коры в мультимодальных областях, таких как верхняя височная извилина, интрапариетальная борозда и инсула [17]. Следовательно, преобладание IQs в структуре когнитивного статуса студентов с нарушениями слуха можно рассматривать как компенсаторный процесс в зрительной системе при депривации слуховой информации, который позволяет достигнуть нормы развития зрительно-пространственных функций. На это указывает отсутствие межгрупповых различий в уровне IQs, а также в суммарном показателе зрительной памяти.

Обнаруженная тенденция к замедлению исполнительного контроля в группе студентов с нарушением слуха вместе с менее выраженной проактивной интерференцией при тестировании зрительной образной памяти может указывать на недостаточную эффективность тормозных функций, в организации которых принимают участие нейронные системы вентролатеральной части префронтальной коры и нижневисочной коры [19].

С использованием метода анализа фракционной анизотропии белого вещества мозга показана связь возрастного развития когнитивного контроля и микроструктуры нервных волокон, обеспечивающих передачу информации между префронтальными областями коры и специализированными для выполнения двигательных или речевых операций корковых и подкорковых структур мозга [9; 15]. Следовательно, можно предположить, что нарушение слуха приводит к реорганизации систем головного мозга со снижением вербального компонента интеллекта, исполнительного контроля при селекции информации и тормозного контроля при ее запоминании, но с относительной сохранностью уровня зрительно-пространственных функций.

Ослабление исполнительного контроля поведения при нарушениях слуха связывают не только с дефицитом речи или замедлением формирования речевых навыков [8; 11] и пониженной вследствие этого коммуникативной активностью, но и с гиперопекой глухого ребенка, присущей семьям со слышащими родителями [6]. Так как академическая успеваемость в широком возрастном диапазоне в значительной степени определяется эффективностью исполнительного контроля [7; 22], то следует заключить, что обнаруженные особенности когнитивного статуса лиц с ограничениями по слуху, в том числе снижение скорости обработки информации и тормозных процессов при ее запоминании, необходимо учитывать в коррекционно-педагогическом сопровождении инклюзивного образовательного процесса.

Расширение инклюзивной формы обучения в высших учебных заведениях рассматривается как перспективное направление для развития самоактивации и жизнестойкости студентов с ограничениями по состоянию здоровья [1]. Приобретение новых знаний и адаптация к новому информационному и социальному пространству требуют не только достаточного уровня развития базовых показателей когнитивного статуса (внимания и памяти у студентов с нарушениями слуха), но и овладения языком жестов и эффективного использования зрительно-пространственных функций для компенсации недостаточного развития речевой коммуникации. Учитывая полученные данные, по-видимому, особое внимание следует обратить на активное использование зрительно-пространственных способов представления учебных материалов для студентов с нарушением слуха, а также на тренировку у них исполнительного контроля поведения.

Такая когнитивная тренировка с использованием компьютеризированных комплексных программ активно применяется в последнее время для формирования тормозных функций и когнитивного контроля у детей [3; 5] или активации когнитивных резервов стареющего мозга [2; 3]. Хотя единого мнения о составе таких программ или возможности переноса результатов тренинга (например, повышения интеллекта вследствие тренировки рабочей памяти) пока не сложилось, это направление можно считать перспективной психолого-педагогической технологией инклюзивного образования вследствие отмеченного во многих работах [2; 3; 12–14] улучшения показателей тренируемых когнитивных функций, в том числе исполнительного контроля.

Выводы

Для студентов с нарушением слуха характерны сниженные показатели вербального интеллекта и скорости селекции зрительно предъявленной информации по сравнению с нормально слышащими.

Бóльшие значения образно-пространственного, чем вербального компонента интеллекта в группе с нарушениями слуха, могут свидетельствовать о развитии компенсаторной зрительной функции.

Меньший эффект проактивной интерференции при большем времени исполнительного контроля у студентов с нарушением слуха по сравнению с контрольной группой может указывать на недостаточное развитие тормозных функций префронтальных отделов коры головного мозга.

На наш взгляд, обнаруженные особенности когнитивного статуса студентов с нарушением слуха следует учитывать при разработке коррекционно-педагогического сопровождения инклюзивного образовательного процесса с введением в программы когнитивного тренинга заданий для развития функций исполнительной системы внимания.

Финансирование

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №17-06-00166 «Организация тормозного контроля в онтогенезе: значение для обучения и адаптации».

Литература

1. *Айсмонтас Б.Б., Одинцова М.А.* Инклюзивная образовательная среда вуза как ресурс для развития жизнестойкости и самоактивации студентов с инвалидностью // Психологическая наука и образование. 2018. Т. № 2. С. 29–41. doi:10.17759/pse.2018230204

2. *Величковский Б.Б.* Возможности когнитивной тренировки как метода коррекции возрастных нарушений когнитивного контроля // Экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 3. С. 78–91.

3. *Разумникова О.М.* Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов // Успехи физиологических наук, 2015. Т. 46. № 2. С. 3–16.

4. *Разумникова О.М., Вольф Н.В.* Реорганизация связи интеллекта с характеристиками внимания и памяти при старении // Журнал высшей нервной деятельности. 2017. Т. 67. № 1. С. 55–67 doi: 10.7868/S0044467717010129

5. *Разумникова О.М., Николаева Е.И.* Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности // *Успехи физиологических наук.* 2019. Т. 49. № 1. С. 1–15.
6. *Хохлова А.Ю.* Биологические, психологические и социальные факторы, влияющие на интеллектуальное развитие детей с нарушениями слуха в зарубежной психологии глухих // *Специальная психология.* 2005. № 3-4. С. 13–25.
7. *Best J.R., Miller P.H., Naglieri J.A.* Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative, national sample // *Learning and Individual Differences.* 2011. Vol. 21. № 4. P. 327–336. doi: 10.1016/j.lindif.2011.01.007
8. *Botting N., Jones A., Marshall C., et al.* Nonverbal executive function is mediated by language: A study of deaf and hearing children // *Child Development.* 2017. Vol. 88. № 5. P. 1689–1700. doi: 10.1111/cdev.12659
9. *Chaddock-Heyman L., Erickson K.I., Voss M.W., et al.* White matter microstructure is associated with cognitive control in children // *Biological Psychology.* 2013. Vol. 94. № 1. P. 109–115. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.05.008.
10. *Fan J., McCandliss B.D., Sommer T., et al.* Testing the efficiency and independence of attentional networks // *Journal of Cognitive Neuroscience.* 2002. Vol. 14. № 3. P. 340–347. doi: 10.1162/089892902317361886
11. *Figueras B., Edwards L., Langdon D.* Executive function and language // *Journal of Deaf Studies and Deaf Education.* 2008. Vol. 13. № 3. P. 362–377. doi: 10.1093/deafed/enm067
12. *Green C.S., Strobach T., Schubert T.* On methodological standards in training and transfer experiments // *Psychological Research.* 2014. Vol. 78. № 6. P. 756–772. doi: 10.1007/s00426-013-0535-3
13. *Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Jonides J., Perrig W.J.* Improving fluid intelligence with training on working memory // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2008. Vol. 105. № 19. P. 6829–6833. doi: 10.1073/pnas.0801268105
14. *Karbach J., Unger K.* Executive control training from middle childhood to adolescence // *Frontiers in Psychology.* 2014. Vol. 5. № 390. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00390
15. *Madsen K.S., Baaré W.F.C., Vestergaard, M., et al.* Response inhibition is associated with white matter microstructure in children // *Neuropsychologia.* 2010. Vol. 48. № 4. P. 854–862. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.001
16. *Merabet L.B., Pascual-Leone A.* Neural reorganization following sensory loss: The opportunity of change // *Nature Reviews Neuroscience.* 2010. Vol. 11. № 1. P. 44–52. doi:10.1038/nrn2758
17. *Pereira-Jorge M.R., Andrade K.C., Palhano-Fontes F.X., et al.* Anatomical and functional MRI changes after one year of auditory rehabilitation with hearing aids //

Neural Plasticity. 2018. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/np/2018/9303674/>. (Accessed: 15.12.2018) doi: 10.1155/2018/9303674

18. Razumnikova O., Savinykh M., Suslov R., et al. A computerized cognitive test battery. Individual differences in cognitive characteristics: Measuring and dynamic of training. In: *Proc. 11th Intern. Forum on Strategic Technology (IFOST) 24 August, 2018*. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2018. P. 256–258.

19. Sakagami M., Pan X., Uttl B. Behavioral inhibition and prefrontal cortex in decision-making // *Neural Networks*. 2006. Vol. 19. № 8. P. 1255–1265. doi: 10.1016/j.neunet.2006.05.040

20. Scheich H., Brechmann A., Brosch M., et al. Behavioral semantics of learning and crossmodal processing in auditory cortex: the semantic processor concept // *Hearing Research*. 2011. Vol. 271. №. 1-2. doi: 10.1016/j.heares.2010.10.006.

21. Stevenson J., Pimperton H., Kreppner J., et al. Emotional and behaviour difficulties in teenagers with permanent childhood hearing loss // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2017. Vol. 101. P. 186–195. doi:10.1016/j.ijporl.2017.07.031

22. Titz C., Karbach J. Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement // *Psychological Research*. 2014. Vol. 78. № 6. P. 852–868. doi: 10.1007/s00426-013-0537-1

23. Worsfold S., Mahon M., Pimperton H., et al. Predicting reading ability in teenagers who are deaf or hard of hearing: A longitudinal analysis of language and reading // *Research in Developmental Disabilities*. 2018. Vol. 77. P. 49–59. doi:10.1016/j.ridd.2018.04.007

24. Zhou X, Merzenich M.M. Developmentally degraded cortical temporal processing restored by training // *Nature Neuroscience*. 2009. Vol. 12. № 1. P. 26–28. doi:10.1038/nn.2239.

Specificity of the Cognitive Status of Students with Hearing Impairment: Implications for Inclusive Education

Krivosnogova K.D.,

PhD Student, Department of Psychology and Pedagogic, educational psychologist, Institute of Social Technologies and Rehabilitation, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, kseniansk123@gmail.com

Razumnikova O.M.,

Doctor in Biological Sciences, Professor, Department of Psychology and Pedagogic, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, razoum@mail.ru

Specificity of intelligence, attention and memory were studied in students with hearing impairment (26 individuals). This group shown less indicators of verbal intelligence and speed of selection of visually presented information as compared to the normal hearing group (28 individuals). Higher index of figurative and spatial intelligence, comparing to the verbal component of intelligence in the group with hearing impairments indicate the development of compensatory effect in visual functions. The smaller effect of proactive interference with a greater time of executive control in students with hearing impairments compared with the control group indicates a lack of development of the inhibitory functions of the prefrontal cortex.

Keywords: hearing impairment, intelligence, attention systems, visual memory, inclusive education.

Funding

This work was supported in part by grant RFBR № 17-06-00166.

References

1. Aismontas B.B., Odintsova M.A. Inkluzivnzya obrazovatel'naya sreda vuza kak resurs dlya razvitiya zhiznestoikosti I samoaktivazii studentov s invalidnostiu [Inclusive educational environment of the university as a resource for the development of resilience

and self-activation of students with disabilities]. *Psichologicheskaya nauka I obrazovanie [Psychological Science and Education]*, 2018, vol. 23, no. 2, pp. 29–41. doi:10.17759/pse.2018230204 (in Russ., abstr. in Engl.)

2. Velichkovskiy B.B. Vozmozhnosti kognitivnoi trenirovki kak metoda korrektsii vozrastnykh narushenii kognitivnogo kontrolya [Performance capabilities of cognitive training as a method of correcting age-related decline in cognitive control]. *Eksperimental'naya psikhologiya [Experimental Psychology]*, vol. 2., no. 3, pp. 78–91 (in Russ., abstr. in Engl.)

3. Razumnikova O.M. Zakonomernosti stareniya mozga i sposoby aktivatsii ego kompensatornykh resursov [Effects of aging brain and activation methods of its compensatory resources]. *Uspehi fiziologicheskikh nauk [Advances in physiological sciences]*, 2015, vol. 46, no. 2, pp. 3–16 (in Russ., abstr. in Engl.)

4. Razumnikova O.M., Volf N.V. Reorganizatsiya svyazi intellekta s kharakteristikami vnimaniya i pamyati pri starenii [Aging-induced reorganization of association between intelligence and characteristics of attention and memory]. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti [Journal of Higher Nervous Activity]*, 2017, vol. 67, no. 1, pp. 55–67 (in Russ., abstr. in Engl.)

5. Razumnikova O.M., Nikolaeva E.I. Tormoznye funktsii mozga i vozrastnye osobennosti organizatsii kognitivnoi deyatel'nosti [Inhibitory brain functions and age-associated specificities in organization of cognitive activity]. *Uspehi fiziologicheskikh nauk [Advances in physiological sciences]*, 2019, vol. 49, no. 1, pp.1–15 (in Russ, abstr. in Engl.)

6. Khohlova A.U. Bilogicheskii, psikhologicheskie I socialnye factory, vliyaushie na intellektualnoe razvitie detei s narusheniem sluha v zarubezhnoi psihologii gluhih [Biological, psychological and social factors affecting the intellectual development of children with hearing impairment in the foreign psychology of the deaf]. *Spezialnaya psikhologiya [Special Psychology]*, 2005, no. 3-4, pp.13–25 (in Russ., abstr. in Engl.)

7. Best J.R., Miller P.H., Naglieri J.A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative, national sample. *Learning and Individual Differences*, 2011, vol. 21, no. 4, pp. 327–336. doi: 10.1016/j.lindif.2011.01.007

8. Botting N., Jones A., Marshall C., et al. Nonverbal executive function is mediated by language: A study of deaf and hearing children. *Child Development*, 2017, vol. 88, no. 5, pp. 1689–1700. doi: 10.1111/cdev.12659

9. Chaddock-Heyman L., Erickson K.I., Voss M.W. et al. White matter microstructure is associated with cognitive control in children. *Biological Psychology*, 2013, vol. 94, no. 1, pp.109–115. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.05.008.

10. Fan J., McCandliss B.D., Sommer T., et al. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, vol. 14, no. 3, pp.340–347. doi: 10.1162/089892902317361886

11. Figueras B., Edwards L., Langdon D. Executive function and language. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2008, vol. 13, no. 3, pp. 362–377. doi: 10.1093/deafed/enm067
12. Green C.S., Strobach T., Schubert T. On methodological standards in training and transfer experiments. *Psychological Research*, 2014, vol. 78, no. 6, pp. 756–772. doi: 10.1007/s00426-013-0535-3
13. Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Jonides J., et al. Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008, vol. 105, no. 19, pp. 6829–6833. doi: 10.1073/pnas.0801268105
14. Karbach J., Unger K. Executive control training from middle childhood to adolescence. *Frontiers in Psychology*, 2014, vol. 5, no. 390. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00390
15. Madsen K.S., Baaré W.F.C., Vestergaard, M., et al. Response inhibition is associated with white matter microstructure in children. *Neuropsychologia*, 2010, vol. 48, no. 4, pp. 854–862. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.001
16. Merabet L.B., Pascual-Leone A. Neural reorganization following sensory loss: The opportunity of change. *Nature Reviews Neuroscience*, 2010, vol. 11, no. 1, pp. 44–52. doi:10.1038/nrn2758
17. Pereira-Jorge M.R., Andrade K.C., Palhano-Fontes F.X., et al. Anatomical and functional MRI changes after one year of auditory rehabilitation with hearing aids. *Neural Plasticity*, 2018. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/np/2018/9303674/>. (Accessed: 15.12.2018). doi: 10.1155/2018/9303674
18. Razumnikova O., Savinykh M., Suslov R., et al. A computerized cognitive test battery. Individual differences in cognitive characteristics: Measuring and dynamic of training. In: *Proc. 11th Intern. Forum on Strategic Technology (IFOST)*. 24 August, 2018. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2018. pp. 256–258.
19. Sakagami M., Pan X., Uttl B. Behavioral inhibition and prefrontal cortex in decision-making. *Neural Networks*, 2006, vol. 19, no. 8, pp. 1255–1265. doi: 10.1016/j.neunet.2006.05.040
20. Scheich H., Brechmann A., Brosch M., et al. Behavioral semantics of learning and crossmodal processing in auditory cortex: the semantic processor concept. *Hearing Research*, 2011, vol. 271, no. 1-2. doi: 10.1016/j.heares.2010.10.006.
21. Stevenson J., Pimperton H., Kreppner J., et al. Emotional and behaviour difficulties in teenagers with permanent childhood hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2017, vol. 101, pp. 186–195. doi:10.1016/j.ijporl.2017.07.031
22. Titz C., Karbach J. Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 2014, vol. 78, no. 6, pp. 852–868. doi: 10.1007/s00426-013-0537-1

Кривоногова К.Д., Разумникова О.М. Особенности когнитивного статуса студентов с нарушением слуха: значение для инклюзивного образования
Клиническая и специальная психология
2019. Том 8. № 2. С. 38–52.

Krivosnogova K.D., Razumnikova O.M. Specificity of the Cognitive Status of Students with Hearing Impairment: Implications for Inclusive Education
Clinical Psychology and Special Education
2019, vol. 8, no. 2, pp. 38–52.

23. Worsfold S., Mahon M., Pimperton H., et al. Predicting reading ability in teenagers who are deaf or hard of hearing: A longitudinal analysis of language and reading. *Research in Developmental Disabilities*, 2018, vol. 77, pp. 49–59. doi:10.1016/j.ridd.2018.04.007

24. Zhou X, Merzenich M.M. Developmentally degraded cortical temporal processing restored by training. *Nature Neuroscience*, 2009, vol. 12, no. 1, pp. 26–28. doi:10.1038/nn.2239.