

УДК 159.9

Фроловская Ольга Владимировна

аспирант кафедры возрастной психологии и педагогики семьи,
Российский государственный педагогический университет им. Герцена,
ORCID: 0000-0002-3801-8172

olga_3p@mail.ru

Olga V. Frolovskaya

Postgraduate student of the Department of Age Psychology and Family Pedagogy,
Herzen Russian State Pedagogical University,
ORCID: 0000-0002-3801-8172
olga_3p@mail.ru

Распространенность центральных слуховых нарушений среди детей с расстройством аутистического спектра

Prevalence of central auditory disorders among children with ASD

Аннотация: Аутизм — это расстройство развития, характеризующееся нарушениями социального взаимодействия, общения и ограничением интересов или деятельности. Проблемы центральной слуховой обработки могут лежать в основе нарушений, таких как расстройство речи и РАС, или взаимодействовать с ними. Таким образом, целью настоящей работы было изучение слухового профиля на уровне ствола головного мозга у детей с РАС, верификация роли (центрального) нарушения слуховой обработки как существенной патологии при РАС.

Целью нашей работы стало изучение слухового профиля на разных уровнях слуховой системы у детей с РАС. Далее была поставлена задача изучить распространённость центральных нарушений слуховой обработки как существенной патологии при аутизме. Было обследовано 245 детей с РАС.

Методы исследования: Регистрация АСВП (акустических стволовых вызванных потенциалов) - оценка времени проведения слухового сигнала по стволу мозга от волосковых клеток кортиева органа до медиального коленчатого тела таламуса. Регистрация мульти-ASSR (стационарных слуховых потенциалов) Данный метод широко используется для определения частотных порогов слуха у детей. Наши данные показали, что у половины детей с РАС встречаются нарушения обработки слуховой информации до 6 пика АСВП. И у 100 % детей отмечается замедление обработки именно на 6 пике АСВП (уровень медиального коленчатого тела таламуса). Диагностика центральной слуховой обработки может осуществляться с использованием как поведенческих, так и электрофизиологических тестов. При этом, если речь идет о детях с нарушениями в развитии, такими как РАС – использование поведенческих тестов усложняется тем, что дети зачастую не выполняют инструкции и не идут на сотрудничество. Поэтому, на наш взгляд наиболее эффективным инструментом по выявлению нарушений центральной слуховой

обработки остаются такие методы как АСВП и мульти АССР. как ценного инструмента для оценки прогрессирования аутизма в будущем.

Ключевые слова: аутизм, расстройство аутистического спектра, слуховой ответ ствола мозга, нарушение речи, лечение

Abstract: Prevalence of central auditory impairment among children with ASD

Аннотация: Autism is a developmental disorder characterized by impaired social interaction, communication, and limited interests or activities. Problems with central auditory processing may underlie or interact with disorders such as speech disorders and ASD. Thus, the purpose of this work was to study the auditory profile at the level of the brain stem in children with ASD, to verify the role of (central) auditory processing disorder as a significant pathology in ASD.

The purpose of our work was to study the auditory profile at different levels of the auditory system in children with ASD. Next, the task was set to study the prevalence of central auditory processing disorders as a significant pathology in autism. 245 children with ASD were examined.

Research methods: Registration of ASVP (acoustic stem evoked potentials) - estimation of the time of the auditory signal along the brain stem from the hair cells of the cortical organ to the medial cranial body of the thalamus.

Registration of multi-ASSR (stationary auditory potentials) — This method is widely used to determine the frequency thresholds of hearing in children.

Our data showed that half of children with ASD have auditory processing disorders up to the 6th peak of ASW. And in 100% of children, there is a slowdown in processing precisely at the 6th peak of ASVP (the level of the medial cranial body of the thalamus). Diagnosis of central auditory processing can be carried out using both behavioral and electrophysiological tests. At the same time, if we are talking about children with developmental disabilities, such as RACE, the use of behavioral tests is complicated by the fact that children often do not follow instructions and do not cooperate. Therefore, in our opinion, such methods as ASVP and multi ASSR remain the most effective tool for detecting violations of central auditory processing.

Keywords: autism, autism spectrum disorder, auditory brainstem response, speech disorder, treatment

Аутизм — это расстройство развития, характеризующееся нарушениями социального взаимодействия, общения и ограничением интересов или деятельности [1].

За последние 50 лет расстройство аутистического спектра (РАС) прошло путь от узко определенного, редкого расстройства детского возраста до широко освещаемого, пропагандируемого и исследуемого состояния на протяжении всей жизни, признанного довольно распространенным и очень гетерогенным. Описание основных особенностей РАС как дефицита социальной коммуникации и повторяющегося и необычного сенсорно-моторного поведения существенно не изменилось с момента его первоначального описания. Однако в настоящее время аутизм рассматривается как спектр, который может варьироваться от очень легкой до тяжелой степени.

У детей с диагнозом РАС на очень ранних стадиях развития, примерно до 1,5 лет, наблюдаются менее выраженные задержки в развитии и менее выраженные симптомы РАС. Первое, на что начинают обращать внимание родители, это то, что ребенок не откликается на имя. При этом функционирование периферической слуховой системы не нарушено. Проблемы центральной слуховой обработки могут лежать в основе данных дефицитов у детей с аутизмом [8,12]. Нарушения слухового восприятия более распространены у детей с аутизмом, чем у нормально развивающихся детей [18]. Таким образом, целью настоящей работы было изучение слухового профиля на разных уровнях слуховой системы у детей с РАС, изучение распространённости центральных нарушений слуховой обработки как существенной патологии при расстройстве аутистического спектра.

Исследования показали, что у человека орган слуха практически полностью сформирован к гестационному возрасту зародыша 26 недель, обеспечивая возможность реагирования зародыша на звуковые сигналы [3,20]. В гестационном возрасте 16-20 недель заканчивается образование нейронов посредством клеточного деления [14]. Поскольку стволомозговые слуховые вызванные потенциалы у недоношенных младенцев можно зарегистрировать в гестационном возрасте 30 недель, то предполагается, что стволомозговые структуры мозга в этом возрасте в основном сформированы. Однако повышение эффективности нервной передачи в стволомозговых структурах продолжается до 3-х летнего возраста. Также вплоть до взрослого возраста продолжается развитие синаптических связей между нейронами и проводящих свойств нервных элементов во всей нервной системе (миелинизация волокон, увеличение числа дендритных шипиков, повышение эффективности синаптической передачи и др.) [14,15]

В данном исследовании мы предприняли попытку в изучении слухового профиля на разных уровнях слуховой системы у детей с РАС, изучили распространённость центральных нарушений слуховой обработки как существенной патологии при расстройстве аутистического спектра.

Таким образом, актуальность исследования определяется значительным увеличением количества детей с аутизмом за последние годы, а также необходимостью изучения психофизиологических механизмов возникновения этого нарушения развития.

Новизна исследования состоит в использовании сразу двух объективных электрофизиологических методов для оценки скоростных и частотных характеристик функционирования слуховых трактов ствола мозга у детей с расстройством аутистического спектра.

Организация исследования

Испытуемые. Было обследовано 245 детей с РАС (F.84). Возраст детей с РАС принимавших участие в исследовании от 3 до 11 лет. Все дети имели официальный диагноз от врача психиатра. Методика исследования была утверждена протоколом 01 Этического комитета от 21.01.2020 года.

Методы

1. Регистрация АСВП (акустических стволовых вызванных потенциалов). Регистрация акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) проводилась с помощью анализатора Nicolet Vikingsselect™ (VIASYS HealthscareInc, США). Ядра улитки являются первыми структурами центрального слухового пути, получающими сигналы от улитки через улитковый нерв. Ядра улитки состоят из дорсального ядра улитки и вентрального ядра улитки. После ядер улитки важной особенностью этого пути является его билатеральность: информация передается как ипсилатерально, так и контралатерально по пути для сравнения особенностей звуковых входов в левое и правое ухо. Вентральное ядро улитки выступает в основном ипсилатерально к верхнему оливарному комплексу. Ключевыми структурами верхнего оливарного комплекса являются медиальная верхняя олива, латеральная верхняя олива, медиальное ядро тела трапеции, латеральное ядро трапеции и верхнее параоливарное ядро. Латеральный переплет включает дорсальное и вентральное ядра и передает информацию от ядер улитки и верхнему оливарному комплексу дальше к нижнему холмику. Центральное ядро нижнего холмика получает прямой возбуждающий сигнал от ипсилатерального дорсального ядра улитки, а также контралатерального вентрального ядра улитки и центрального ядра нижнего холмика, а также тормозной сигнал от вентрального ядра и латеральной верхней оливы. Затем он передает возбуждающий импульс в медиальное коленчатое тело таламуса. Эта область как раз и отражается на 6 пике АСВП. Двумя основными слуховыми структурами таламуса являются медиальное коленчатое тело и ретикулярное ядро таламуса. Они интегрируют слуховую информацию от нижних бугров четверохолмия и передают ее в кору головного мозга. Основным местом обработки слуховых стимулов, когда сигналы достигают коры, является слуховая кора, которая состоит из нескольких отдельных областей, но в первую очередь из первичной слуховой коры

Использование АСВП позволяет установить время проведения слухового сигнала по стволу мозга от волосковых клеток кортиева органа до медиального коленчатого тела таламуса. Идентификацию VI пика осуществляли с учетом выявления I, III и V пиков при стандартной стимуляции (стимул — щелчок длительностью 0,1 мс). Усредняли от 500 до 1000 предъявлений с левой и правой стороны. [6]

2. Регистрация мульти-ASSR (стационарных слуховых потенциалов) Стационарные слуховые вызванные потенциалы (Auditory Steady-State Responses, ASSR) представляют собой нервные потенциалы, которые вызываются периодической модуляцией стимула. Таким образом, ASSR — это электрические ответы различных отделов слухового пути, которые вызываются постоянными модулированными звуковыми стимулами. [17] Данный метод широко используется для определения частотных порогов слуха у детей.

Стационарные слуховые потенциалы (мульти-ASSR) регистрировали при помощи анализатора «Нейро-Аудио»(Нейрософт, Россия)

Результаты.

Регистрация мульти-ASSR (Рис.1). На Рис. 1 представлена распространённость выпадения по частотам у детей с аутизмом. У 67 детей отмечается выпадение в восприятии частот на 500 Гц слева, у 54 детей отмечается выпадение на 500 Гц справа. Данные частоты соответствуют разговорному диапазону речи, это объясняет сложности в понимании инструкций у детей с аутизмом. Реже мы наблюдаем выпадения на более высоких частотах 1000 Гц, 2000 Гц и 4000 Гц соответственно.

Рис.1



Регистрация АСВП. Акустические (слуховые) стволовые вызванные потенциалы (АСВП) или Auditory Brainstem Response (ABR) – Тест слуховой реакции ствола мозга (АСВП) — тест, используемый для универсального скрининга слуха новорожденных — может стать неиспользованной возможностью оценить риск развития РАС. В тесте АСВП используются поверхностные электроды для измерения реакции слухового нерва и ствола мозга на звуки. Форма волны АСВП включает пять волн электрической активности в стволе мозга, причем первая волна (волна I) возникает в слуховом нерве, а пятая волна (волна V) возникает в нижних буграх четверохолмия.

У всех детей отмечается замедление скоростных характеристик на 6 пике справа и слева. (Табл. 1) Также выявилась линейная зависимость между 6 пиком справа и 6 пиком слева. Чем больше показатели по скоростным характеристикам на 6 пике справа, тем больше показатели по скоростным характеристикам на 6 пике слева.

Таблица 1.

		sum
0	1-3 Л	67
1	3-5Л	98
2	1-5Л	0
3	6Л	245
4	1-3 П	70
5	3-5П	81
6	1-5П	0
7	6П	245

Л- пики слева, П – пики справа. Sum= количество человек (детей)

Факторный анализ для детей аутистического спектра. (Табл.2, Табл.3)

Факторный анализ для детей с аутистическим спектром сошелся на 4 факторах и приобрел достаточный КМО= 0,641 только после существенного сокращения числа переменных, участвующих в анализе. Процент объясненной дисперсии составил 67,5%. Это произошло после того, как были убраны практически все пики АСВП, кроме 6.

Таблица 2.

КМО и критерий Бартлетта		
Мера адекватности выборки Кайзера-Майера-Олкина (КМО).		,641
Критерий сферичности Бартлетта	Примерная Хи-квадрат	463,503
	ст.св.	55
	Значимость	,000

Таблица3.

Повернутая матрица компонентова				
	Компонент			
	1	2	3	4
4000 Гц справа	,855	,086	-,031	,182
2000 Гц справа	,772	,222	,049	,141
1000 Гц справа	,361	,738	,032	,110
500 Гц справа	,187	,729	,063	- ,075
500 Гц слева	- ,126	,586	,147	,343
6 пик АСВП слева	- ,046	,084	,890	,065
6 пик АСВП справа	- ,131	,017	,856	,143
Возраст	- ,259	-,122	-,547	,117
2000 Гц слева	,219	,222	,018	,807
4000 Гц слева	,472	-,207	,008	,755
1000 Гц слева	- ,081	,529	,108	,607
Метод выделения факторов: метод главных компонент.				
Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.				

а. Вращение сошлось за 14 итераций.

В первый фактор (17,0% объясненной дисперсии) вошли высокие частоты 4000 и 2000 справа.

Во второй фактор (17,0% объясненной дисперсии) частота 1000 справа и низкие частоты 500 слева и справа.

Третий фактор в него входит 6 пик АСВП и слева, и справа, также возраст с обратным знаком: чем младше дети, тем медленнее передается информация.

В четвертый фактор входят переменные, связанные с восприятием звуков с высокой частотой слева.

Обсуждение результатов

В дискуссии о связи нарушения проведения звукового сигнала на уровне ствола мозга (результаты АСВП) у детей с РАС, наши данные в большей мере соответствуют представлению о том, что особенности слухового восприятия встречаются у всех детей с РАС на 6 пике АСВП. Результаты пришли к выводу, что (центральное) нарушение слуховой обработки является важной патологией аутистического расстройства. Дети с аутизмом обладают дисфункциональной или незрелой центральной слуховой нервной системой на уровне ствола мозга.

Нам известно, что результаты АСВП отражают степень миелинизации слуховых трактов ствола мозга. [10,13] Соответственно, мы можем сделать вывод о недостаточной миелинизации у детей с РАС.

Аутизм — это расстройство нервного развития неизвестной этиологии, но имеющее прочную генетическую основу. Он развивается и обычно диагностируется в возрасте до 36 месяцев. Он характеризуется поведенческим фенотипом, который включает качественные нарушения в области языкового развития или коммуникативных навыков, социальных взаимодействий и взаимности, а также воображения и игры. К диагностическим критериям также относят особенности работы сенсорных систем. Именно нарушение слухового восприятия относят к одному из первых симптомов детей с аутизмом.

Слух — одно из наших самых важных чувств, поскольку он дает нам доступ к разговорной речи, необходимой для развития речи, языка и общения в целом. Развитие речи и языка у детей — непрерывный процесс, наибольшее значение в котором имеют первые годы жизни. Нормальная функция слуховых органов чувств и центральных слуховых путей является необходимым условием нормального развития речи и языка у детей. В течение последнего десятилетия теме (центральных) нарушений слуховой обработки уделяется все больше внимания из-за возможной связи между расстройствами слуховой обработки и нарушениями обучаемости в целом и языковыми нарушениями в частности. Разрабатываются клинические программы, посвященные обработке слуховой информации и ее нарушениям, с упором на междисциплинарное сотрудничество нейропсихологов, аудиологов, логопедов, нейробиологов, а также специалистов и ученых в бесчисленном количестве других дисциплин. Они объединены в своем стремлении определить, понять, диагностировать и лечить нарушения слуховой обработки.

Диагностика CAPD (Central Auditory Processing Disorder – центральных нарушений слуховой обработки) может осуществляться с использованием как поведенческих, так и электрофизиологических тестов. При этом, если речь идет о детях с нарушениями в развитии, такими как РАС – использование поведенческих тестов усложняется тем, что дети зачастую не выполняют инструкции и не идут на сотрудничество. Поэтому, на наш взгляд наиболее эффективным инструментом по выявлению нарушений центральной слуховой обработки остаются такие методы как АСВП и мульти ASSR.

Выводы.

Проблемы центральной слуховой обработки могут лежать в основе симптоматики РАС. Таким образом, целью настоящей работы было изучение слухового профиля на разных уровнях слуховой системы у детей с РАС, верификация роли (центрального) нарушения слуховой обработки как существенной патологии при аутизме. Наши данные показали, что у половины детей с РАС встречаются нарушения обработки слуховой информации до 6 пика АСВП. И у 100 % детей отмечается замедление обработки именно на 6 пике АСВП (уровень медиального коленчатого тела таламуса).

Современные программы ранней помощи, такие как раннее интенсивное поведенческое вмешательство (EIBI) при РАС, особенно, если оно начато в возрасте до трех лет, может способствовать заметному снижению симптомов РАС и улучшению общего развития [2,5]. Соответственно, проведение АСВП также можно использовать для определения детей группы риска по РАС. Данную методику можно применять с первых месяцев жизни ребенка, что дает возможность своевременного начала программ ранней помощи.

Дальнейшие исследования также могут извлечь пользу из изучения взаимосвязи между маркерами АСВП, показателями тяжести РАС (например, график наблюдения за диагнозом аутизма) и информацией о конкретных симптомах, таких как гиперреактивность на звук. Такой анализ также может помочь определить, лучше ли классифицировать конкретные уровни тяжести или симптомы РАС с помощью маркеров АСВП, учитывая гетерогенность РАС, которая состоит из многочисленных подгрупп. Таким образом, такие исследования могут создать маркеры АСВП, которые точно предсказывают риск одной или нескольких подгрупп РАС. Раннее выявление риска РАС может привести к более ранней диагностике, что может привести к более раннему лечению и, следовательно, к лучшим результатам

Литература

1. *American Psychiatric Association, (2013) editor. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5. 5th ed. American Psychiatric Association; Washington, DC, USA*
2. *Anderson DK, Liang JW, & Lord C (2014). Predicting young adult outcome among more and less cognitively able individuals with autism spectrum disorders. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 55(5), 485–494].*

3. Bellis T. (1997) *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting*/T.Bellis. (349 p). - San Diego.: Singular Publ.Group
4. Delgado, C. F., Simpson, E. A., Zeng, G., Delgado, R. E., & Miron, O. (2021) *Newborn Auditory Brainstem Responses in Children with Developmental Disabilities*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
5. Dai YG, Miller LE, Ramsey RK, Robins DL, Fein DA, & Dumont-Mathieu T (2019). *Incremental utility of 24-month autism spectrum disorder screening after negative 18-month screening*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. Advance online publication. doi: 10.1007/s10803-019-03959-5).
6. Ефимова В.Л, Николаева Е.И (2017) *Признаки функциональной незрелости мозга у детей со специфическим расстройством формирования школьных навыков*. // *Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена - Санкт-Петербург*, - N 186. - С. 84-93.
7. Ефимов О. И. (2014) *Нарушение скорости проведения слуховой информации в структурах ствола мозга у детей с расстройствами развития речи и трудностями в обучении* / О. И. Ефимов, В. Л. Ефимова, В. П. Рожков // *Сенсорные системы*. Т. 28. № 3. С. 36–44
8. Klin A.J *Autism Dev Disord*. *Auditory brainstem responses in autism: brainstem dysfunction or peripheral hearing loss?* (1993) *Mar;23(1):15-35*. doi: 10.1007/BF01066416.PMID: 8463195
9. Lord C., Wagner A., Rogers S., Szatmari P., Aman M., Charman T., Dawson G., Durand V.M., Grossman L., Guthrie D., et al.(2005) *Challenges in Evaluating Psychosocial Interventions for Autistic Spectrum Disorders*. *J. Autism Dev. Disord*. 2005;35:695–708. doi: 10.1007/s10803-005-0017-6.
10. Miron, O., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). *Auditory brainstem response in infants and children with autism spectrum disorder: A meta-analysis of wave V*. *Autism Research*. 11 (2):355–363
11. Miller LE, Dai YG, Fein DA, Robins (2021) *DL*.*Autism*. *Feb;25(2):9416-428*. doi: 10.1177/1362361320959507.
12. Miron, O., Ari-Even Roth, D., Gabis, L. V., Henkin, Y., Shefer, S., Dinstein, I., & Geva, R. (2016). *Prolonged auditory brainstem responses in infants with autism*. *Autism Research*, 9(6), 689-695
13. O'connor, K. (2012). *Auditory processing in autism spectrum disorder: a review*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), (836-854)
14. Perazzo L.M. J.K.Moore, A.Braun (1992) *Ontogeny of brainstem auditory pathway: axonal maturation* // *Abstr. Assoc. Res. Otolaryngol.* - P. 146
15. Restak R.M. (1986) *The Infant Mind* /R.M.Restak. -N.-Y.: Doubleday a.Comp.-384 p
16. Susan D. Mayes, PhD (2012)*Simplifies autism screening and informs diagnosis*, —<https://www.wpspublish.com/casd-checklist-for-autism-spectrum-disorder>

17. *Tavartkiladze G.A. (2011) Selected lectures on clinical audiology. M.: RMAPO;*
18. *Tas A, Yagiz R, Tas M, Esme M, Uzun C, Karasalihoglu. (2007) Evaluation of hearing in children with autism by using TEOAE and ABR. AR.Autism. Jan;11(1):73-9. doi: 10.1177/1362361307070908.PMID: 17175575*
19. *Zwaigenbaum L., Bauman M.L., Fein D., Pierce K., Buie T., Davis P.A., Newschaffer C., Robins D.L., Wetherby A., Choueiri R., et al. (2015) Early Screening of Autism Spectrum Disorder: Recommendations for Practice and Research. Pediatrics. ;136((Suppl. 1)):S41–S59. doi: 10.1542/peds.2014-3667D.*
20. *Wedenberg E. (1965) Prenatal test of hearing/E.Wedenberg//Acta otolaryngol.- Vol.206 - (Suppl).-P.27-32.*

References

1. *American Psychiatric Association, (2013) editor. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5. 5th ed. American Psychiatric Association; Washington, DC, USA*
2. *Anderson DK, Liang JW, & Lord C (2014). Predicting young adult outcome among more and less cognitively able individuals with autism spectrum disorders. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 55(5), 485–494].*
3. *BellisT. (1997) Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting/T.Bellis. (349 p). - San Diego.: Singular Publ.Group*
4. *Delgado, C. F., Simpson, E. A., Zeng, G., Delgado, R. E., & Miron, O. (2021) Newborn Auditory Brainstem Responses in Children with Developmental Disabilities. Journal of Autism and Developmental Disorders.*
5. *Dai YG, Miller LE, Ramsey RK, Robins DL, Fein DA, & Dumont-Mathieu T (2019). Incremental utility of 24-month autism spectrum disorder screening after negative 18-month screening. Journal of Autism and Developmental Disorders. Advance online publication. doi: 10.1007/s10803-019-03959-5).*
6. *Efimova V.L, E. I. Nikolaeva (2017) Signs of functional immaturity of the brain in children with a specific disorder of school skills formation. // Izvestiya Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen - St. Petersburg, - N 186. - C. 84-93.*
7. *Efimov, O. I. (2014) Violation of the rate of auditory information conduction in the brainstem structures in children with disorders of speech development and learning difficulties / O. I. Efimov, V. L. Efimova, V. P. Rozhkov // Sensory Systems. T. 28. № 3. C. 36-44*
8. *Klin A.J Autism Dev Disord. Auditory brainstem responses in autism: brainstem dysfunction or peripheral hearing loss? (1993) Mar;23(1):15-35. doi: 10.1007/BF01066416.PMID: 8463195*

9. Lord C., Wagner A., Rogers S., Szatmari P., Aman M., Charman T., Dawson G., Durand V.M., Grossman L., Guthrie D., et al.(2005) *Challenges in Evaluating Psychosocial Interventions for Autistic Spectrum Disorders*. *J. Autism Dev. Disord.* 2005;35:695–708. doi: 10.1007/s10803-005-0017-6.
10. Miron, O., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). *Auditory brainstem response in infants and children with autism spectrum disorder: A meta-analysis of wave V*. *Autism Research*. 11 (2):355–363
11. Miller LE, Dai YG, Fein DA, Robins (2021) *DLAutism*. Feb;25(2):9416-428. doi: 10.1177/1362361320959507.
12. Miron, O., Ari-Even Roth, D., Gabis, L. V., Henkin, Y., Shefer, S., Dinstein, I., & Geva, R. (2016). *Prolonged auditory brainstem responses in infants with autism*. *Autism Research*, 9(6), 689-695
13. O'connor, K. (2012). *Auditory processing in autism spectrum disorder: a review*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), (836-854)
14. Perazzo L.M. J.K.Moore, A.Braun (1992) *Ontogeny of brainstem auditory pathway: axonal maturation //Abstr. Assoc. Res. Otolaryngol. - P. 146*
15. Restak R.M. (1986) *The Infant Mind /R.M.Restak.-N.-Y.: Doubleday a.Comp.-384 p*
16. Susan D. Mayes, PhD (2012)*Simplifies autism screening and informs diagnosis, —<https://www.wpspublish.com/casd-checklist-for-autism-spectrum-disorder>*
17. Tavartkiladze G.A. (2011) *Selected lectures on clinical audiology. M.: RMAPO;*
18. Tas A, Yagiz R, Tas M, Esme M, Uzun C, Karasalihoglu. (2007) *Evaluation of hearing in children with autism by using TEOAE and ABR.AR.Autism. Jan;11(1):73-9. doi: 10.1177/1362361307070908.PMID: 17175575*
19. Zwaigenbaum L., Bauman M.L., Fein D., Pierce K., Buie T., Davis P.A., Newschaffer C., Robins D.L., Wetherby A., Choueiri R., et al. (2015) *Early Screening of Autism Spectrum Disorder: Recommendations for Practice and Research. Pediatrics. ;136((Suppl. 1)):S41–S59. doi: 10.1542/peds.2014-3667D.*
20. Wedenberg E. (1965) *Prenatal test of hearing/E.Wedenberg//Acta otolaryngol.- Vol.206 - (Suppl).-P.27-32.*