



И.В. Дударев<sup>1</sup>, Г.Ш. Гафиятуллина<sup>1</sup>, Н.А. Алексеева<sup>1</sup>, Е.В. Трофимова<sup>2</sup>

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

<sup>1</sup>Ростовский государственный медицинский университет,  
кафедра организации здравоохранения и общественного здоровья  
с курсом «Информационных компьютерных технологий»

Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский 29, E-mail: ggsh@aanet.ru

<sup>2</sup>Южный федеральный университет,  
факультет психологии

Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая 105, E-mail: katet@inbox.ru

Цель: комплексный анализ возрастных особенностей нейрофизиологических показателей и антропо-сомато-висцеральных параметров детей с врожденной и приобретенной нейросенсорной тугоухостью (НСТ).

Материалы и методы: проведено сравнительное рандомизированное исследование мальчиков с НСТ, разделенных на возрастные подгруппы: 7-10 лет, 11-13 и 14-16 лет. Выполнены аудиологическое, антропометрическое, физиометрическое обследование, психологическое тестирование на выявление вербальных и невербальных характеристик интеллектуального развития, зарегистрирована электроэнцефалограмма и вызванные потенциалы.

Результаты: в каждой группе выявлены характерные особенности межцентральных взаимоотношений в коре мозга. Установлено, что состояние внутри- и межполушарной интеграции и характер спектральной плотности мощности диапазонов ЭЭГ может выступать в качестве функционального критерия развития НСТ.

Заключение: данные факторного анализа совокупности антропометрических, физиометрических и висцеральных показателей, параметров биоэлектрической активности мозга, могут явиться диагностическими критериями составляющих антропо-сомато-висцерального континуума изучаемой патологии.

*Ключевые слова:* антропо-сомато-висцерального континуум, дисперсионный анализ.

I.V. Dudarev<sup>1</sup>, G.Sh. Gafijatullina<sup>1</sup>, N.A. Alekseeva<sup>1</sup>, E.V. Trofimova<sup>2</sup>

## SYSTEMS ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL CONDITION CHILDREN WITH NEUROSENSORY BRADYACUASIA

<sup>1</sup>Rostov State Medical University,

Department of Public Health Services Organization, Course of «Information Computer Technologies»,  
29 Nakhichevansky st., Rostov-on-Don, 344022, Russia. E-mail: ggsh@aanet.ru

<sup>2</sup>Southern Federal University,  
Faculty of Psychology

105 Bolshaya Sadovaya, Rostov-on-Don, 344006, Russia. E-mail: katet@inbox.ru

Purpose: The psycho-physiological features and anthrop-somatic-viceroy parameters in children with neurosensory bradyacuasia (NSB) were investigated.

Materials and Methods: It is spent comparative research of boys with HCT, divided into age subgroups: 7-10 years, 11-13 and 14-16 years. Were executed audio-logic, anthropometrical, physical analyses, psychological testing for revealing of verbal and nonverbal characteristics of intellectual development, it is registered electroencephalogram (EEG) and the evoked potentials.

Results: In each group prominent features of the inter-central mutual relations in a brain cortex are revealed. It is established that the condition intra- and inter-hemispheres' integration and character of spectral density of ranges EEG capacity can represent itself as functional criterion of development NSB. At acquired NSB age-related characteristics of the alpha - rhythm power is not boosted, at inherent - the level of left-side coherent links increases. The decrease of amplitude of visual evoked potential positive components can be connected to failure the hard of hearing children notice function.

Summary: The data of the factorial analysis of set anthropometrical, physical and viceroy indicators, parameters of bioelectric activity of a brain, can be diagnostic criteria of anthrop-somatic-viceroy continuum components of a studied pathology.

*Keywords:* anthropometrical, physical and viceroy indicators, dispersion analysis.



### Введение

**П**роблема поиска средств диагностики и терапии нарушений слуха, распространенных среди детей разного возраста и связанных с поражением центральных и периферических отделов слуховой сенсорной системы, сохраняет свою актуальность и в настоящее время, несмотря на пристальное внимание специалистов к этой проблеме. Эффективная психологическая и медицинская помощь слабослышащим детям с нейросенсорной тугоухостью (НСТ) в условиях становления мыслительной деятельности, в процессе роста ребенка и созревания его психофизиологических и физических функций крайне важна. Не выявленное в раннем возрасте нарушение слуха может отягощаться формированием задержки психического развития и отражаться на физическом здоровье ребенка [1], что подтверждается наличием у слабослышащих детей разнообразных аномалий роста и развития. Однако сведения об особенностях психофизиологического развития слабослышащих детей не нашли должного отражения в литературе ввиду сложности как одновременного проведения тестирующих диагностических мероприятий, так и анализа полученной совокупности всех антропо-сомато-висцеральных показателей. Тем не менее, именно исследование мультифакторных нейрофизиологических параметров, лежащих в основе формирования и реализации сенсорной координации, может способствовать решению вопроса о компенсации снижения слуха [2]. Изучение эффективности сопряженности протекания процессов роста и созревания психофизиологических и физических функций определяется необходимостью получения информации о закономерностях деятельности центральной нервной системы в динамике формирования нейросенсорной тугоухости. В свою очередь, имеющиеся у слабослышащих детей психо-неврологические изменения, низкая познавательная активность обуславливают целесообразность изучения нейрофизиологических основ дисфункций мозга. Из числа нерешенных вопросов ключевыми представляются те из них, которые связаны с установлением объективных показателей функционального состояния мозга ребенка с нарушением слуха.

Одной из существенных проблем обработки и анализа массивов данных, включающих в себя множество различных медико-биологических показателей, является получение как небольшого ряда системных обобщенных оценок, наиболее информативно отображающих психофизиологическое состояние пациента, так и выявление наиболее значимых факторов, лежащих в основе формирования исследуемых дисфункций и аномалий развития.

Целью работы - получение на основе методов системного анализа комплексной оценки психофизиологического развития детей 7-16-летнего возраста с врожденной и приобретенной нейросенсорной тугоухостью.

### Материалы и методы

Исследование явилось сравнительным, рандомизированным, открытым, групповым. Основную группу составили 86 мальчиков 7-16-летнего возраста с НСТ, обучавшиеся в специализированной (коррекционной) школе. Контролем служили практически здоровые дети. Обследуемые были разделены на возрастные группы (ВОЗ, 1997). Аудиологическое обследование проводили

согласно методическим рекомендациям № 965/59 Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ (1995) методом компьютерной аудиометрии, были сформированы группы детей с тугоухостью (ВОЗ, 1997). Антропометрическое обследование проводили измерением показателей массы тела, роста, динамометрии правой кисти (ДКР). Оценивали частоту сокращений сердца (ЧСС); артериальное давление (АД); индекс Руфье (ИР, усл.ед.); жизненную емкость легких (ЖЕЛ, мл); систолический (СО) и минутный объем кровотока (МОК).

Регистрацию ЭЭГ, выделение и анализ слуховых (СВП) и зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) осуществляли с использованием компьютерного энцефалографа «Энцефалан 131-03» («Медиком МТД», г. Таганрог). ЭЭГ регистрировали монополярно, по системе «10-20» в 12 отведениях от пяти симметричных областей мозга (F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1, O2) и двух сагиттальных точек (Cz и Pz). Референтные электроды располагали на мочках ушей. При регистрации СВП применяли щелчки длительностью 50 мс, подаваемые 1 раз в секунду со случайным компонентом (n=200). ЗВП формировали на вспышку 50 Лк (0,5 Дж) длительностью 4 мс, межстимульный интервал равнялся 2+0,5 с (n=100). Оценивали амплитуду, латентный период (ЛП) компонентов. Для ЗВП: P1 (позитивный – до 60 мс), N1 (негативный – до 75 мс), P2 (до 140 мс), N2 (до 170 мс), P3 (до 220 мс), N3 (до 260 мс), P4 (300) (до 320 мс). Для СВП: P1 (около 50 мс), N1 (100 мс), P2 (180-200 мс), N2 (220-270 мс), P3 (300 мс).

Достоверность различий средних величин оценивали с помощью критериев Стьюдента, Вилкоксона и Манна-Уитни в зависимости от нормальности распределения. Для выявления достоверности влияния факторов в группах испытуемых использовали уни- и мультивариантные дисперсионные методы. В качестве зависимых переменных выступали спектральная плотность мощности (СПМ) различных диапазонов ЭЭГ и значения функции когерентности ЭЭГ  $\alpha$ -диапазона. Для выделенных главных факторных компонент в пространстве регистрируемых антропометрических, физиометрических и висцеральных переменных при НСТ у детей использовали модуль факторного анализа. Определяли факторные нагрузки составляющих, показывающие насколько близка переменная к фактору геометрически и насколько велика с учетом этой близости выражаемая ею часть общей дисперсии объектов. При условии превышения факторной нагрузки 0,7, она считалась большой. Проводили учет двух факторных направлений. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы «Statistica 6.0».

Для выявления достоверности влияния факторов в группах испытуемых использовался унивариантный (ANOVA) и мультивариантный (MANOVA) дисперсионные методы. В качестве зависимых переменных выступали различные диапазоны ЭЭГ и значения функции когерентности ЭЭГ  $\alpha$ -диапазона ( $\alpha$ -КОГ). Для выделенных главных факторных компонент в пространстве регистрируемых антропометрических, физиометрических и висцеральных переменных при НСТ у детей использовали модуль факторного анализа. Определяли факторные нагрузки составляющих, показывающие насколько близка переменная к фактору геометрически и насколько велика, с учетом этой близости, выражаемая ею часть общей дисперсии объектов, которая считалась большой при условии превышения факторной нагрузки 0,7.



Результаты

У всех детей с НСТ физическое развитие было ниже уровня контрольной группы, но показатели роста и массы тела детей с НСТ младшего школьного возраста соответствовали среднему уровню физического развития. В группе с приобретенной НСТ средние значения роста и веса соответствовали низкому и ниже среднего уровням физического развития. У детей 11-13 и 14-16 лет с врожденной НСТ масса тела была ниже, чем в группе детей с сохранным слухом, соответственно, на 11% и 10%. Показатели развития силовых качеств детей с НСТ были ниже возрастной нормы в 11-13-летнем возрасте на 26% ( $p < 0,05$ ), в 14-16-летнем возрасте – на 23% ( $p < 0,05$ ).

У детей с НСТ всех возрастных групп значения ЧСС были выше, чем в контрольной группе, особенно у детей 7-13-лет с приобретенной НСТ, а значения ИР у них свидетельствовали о наименее благоприятном состоянии реактивности системы. Во всех группах с возрастом происходило повышение систолического (САД) и диастолического АД (ДАД). У детей с НСТ величина МОК имела тенденцию к повышению в 7-10 лет, а в 11-13 и 14-16 лет была такой же, как в контрольной группе. В 3-й группе детей с врожденной НСТ показатель МОК был выше, чем в контрольной группе. Результаты исследований состояния дыхательной системы показали, что в младшем школьном возрасте у детей с НСТ показатели ЖЕЛ соответствовали показателям слышащих детей, а к 14-16 годам у детей с НСТ снижались на 21-29% ( $p < 0,05$ ).

При проведении когерентного анализа  $\alpha$ -диапазона частот ЭЭГ ( $\alpha$ -КОГ) выявлено, что в покое у детей 7–10 лет с врожденной НСТ наиболее представлены взаи-

мовливания зон мозга правого полушария. Коэффициент когерентности (КК)  $КК_{P4-F4} = 0,85$ , между правыми теменной и затылочной – 0,74, между правой теменной областью и вертексом – 0,87; между левыми лобной и центральной областями – 0,71. У детей 7-10 лет с приобретенной НСТ высокий уровень когерентности выявлен между F3 и C3 областями (КК=0,74); P3 и Pz (КК=0,83); Pz и O4 (КК=0,81). К 11-13 годам у детей с врожденной НСТ при наличии высокого уровня когерентности между правыми лобной и теменной областями, а также F3 и C3 областями, происходило формирование взаимоотношений между: F3 и O3 (КК=0,75); C3 и Pz (КК=0,87); O1 и P4 (КК=0,82); O1 и O2 (КК=0,71); Pz и P4 (КК=0,84).

У детей с приобретенной НСТ сохранялись связи между F3 и C3, а также между Pz и O4 областями. Кроме того обнаружена когерентность между Cz и F3 (КК=0,85), Cz и F4, C3 и Pz зонами мозга.

Результаты межгрупповых различий СПМ у детей в зависимости от фактора «Патология» (норма – врожденная НСТ– приобретенная НСТ) и «Возраст» (7-10; 11-13 и 14-16 лет) представлены в табл.1-2. Методом дисперсионного анализа установлено статистически значимое влияние фактора «Возраст» на изменение мощности: а) альфа-ритма в отведениях O4, O3, P4, P3, C4, C3, Pz, Cz, F4; б) тета-ритма в отведениях C3, C4, O3, O4, P3; в) дельта-ритма в отведениях C4, C3, O3, O4, F4. Анализ полученных данных позволяет заключить, что к 9-10 годам нарастает синхронизация электрической активности по альфа-ритму в каудальных областях (О-Р) правого полушария, а также между теменными и лобными областями правого и левого полушарий.

Таблица 1

Влияние факторов «Возраст» на мощность ритмических диапазонов ЭЭГ (ANOVA)

Отведения	Ритмы		
	Дельта-	Тета-	Альфа-
Фактор «Возраст»			
O2	F <sub>2,121</sub> =3,89 p=0,023	F <sub>2,121</sub> =4,03 p=0,02	F <sub>2,121</sub> =9,16 p=0,00019
O1	F <sub>2,121</sub> =4,14 p=0,018	F <sub>2,121</sub> =4,92 p=0,0088	F <sub>2,121</sub> =8,68 p=0,0003
P4	F <sub>2,121</sub> =2,45 p=0,09	F <sub>2,121</sub> =2,17 p=0,119	F <sub>2,121</sub> =7,25 p=0,001
P3	F <sub>2,121</sub> =2,28 p=0,107	F <sub>2,121</sub> =3,42 p=0,036	F <sub>2,121</sub> =7,12 p=0,0012
C4	F <sub>2,121</sub> =5,01 p=0,0081	F <sub>2,121</sub> =4,91 p=0,0089	F <sub>2,121</sub> =7,82 p=0,0006
C3	F <sub>2,121</sub> =4,90 p=0,0089	F <sub>2,121</sub> =5,07 p=0,0077	F <sub>2,121</sub> =6,72 p=0,0017
F4	F <sub>2,121</sub> =3,35 p=0,038	F <sub>2,121</sub> =2,91 p=0,058	F <sub>2,121</sub> =3,23 p=0,043
F3	F <sub>2,121</sub> =2,14 p=0,122	F <sub>2,121</sub> =1,97 p=0,144	F <sub>2,121</sub> =1,96 p=0,145
T4	F <sub>2,121</sub> =2,01 p=0,138	F <sub>2,121</sub> =1,89 p=0,156	F <sub>2,121</sub> =2,34 p=0,101
T3	F <sub>2,121</sub> =1,47 p=0,234	F <sub>2,121</sub> =2,05 p=0,133	F <sub>2,121</sub> =2,18 p=0,117
Cz	F <sub>2,121</sub> =2,31 p=0,104	F <sub>2,121</sub> =2,05 p=0,133	F <sub>2,121</sub> =3,38 p=0,037
Pz	F <sub>2,121</sub> =2,14 p=0,122	F <sub>2,121</sub> =1,86 p=0,16	F <sub>2,121</sub> =4,05 p=0,0198

Результаты межгрупповых различий спектральной плотности мощности ЭЭГ у детей в зависимости от фактора «Патология» (норма – врожденная НСТ – приобретенная НСТ)

Обозначения. F – значения фактора; p – уровень достоверности



## Влияние факторов «Патология» на мощность ритмических диапазонов ЭЭГ (ANOVA)

Отведения	Ритмы		
	Дельта-	Тета-	Альфа-
Фактор «Патология»			
O2	F2,121=3,26 p=0,042	F2,121=6,72 p=0,0017	F2,121=3,78 p=0,0256
O1	F2,121=2,16 p=0,119	F2,121=8,25 p=0,0004	F2,121=4,01 p=0,02
P4	F2,121=3,01 p=0,053	F2,121=4,14 p=0,018	F2,121=6,34 p=0,0024
P3	F2,121=3,16 p=0,046	F2,121=3,67 p=0,028	F2,121=5,79 p=0,0039
C4	F2,121=1,93 p=0,149	F2,121=7,13 p=0,0012	F2,121=8,93 p=0,00024
C3	F2,121=1,67 p=0,192	F2,121=7,48 p=0,00086	F2,121=7,02 p=0,0013
F4	F2,121=2,26 p=0,109	F2,121=3,14 p=0,047	F2,121=2,36 p=0,099
F3	F2,121=3,28 p=0,041	F2,121=2,94 p=0,057	F2,121=2,15 p=0,121
T4	F2,121=1,82 p=0,167	F2,121=2,17 p=0,119	F2,121=3,05 p=0,051
T3	F2,121=1,94 p=0,148	F2,121=3,11 p=0,048	F2,121=3,12 p=0,0477
Cz	F2,121=2,03 p=0,136	F2,121=3,65 p=0,029	F2,121=4,26 p=0,016
Pz	F2,121=2,10 p=0,127	F2,121=2,38 p=0,097	F2,121=4,92 p=0,0088

Результаты межгрупповых различий спектральной плотности мощности ЭЭГ у детей в зависимости от фактора «Возраст» (7-10; 11-13 и 14-16 лет)

Обозначения. F – значения фактора; p – уровень достоверности

Фактор «Патология» (норма – врожденная НСТ – приобретенная НСТ) достоверно определял различие СПМ в диапазонах: а) альфа-ритма в отведениях С4, С3, Р4, Р3, О1, О2, Рz, Cz, Т3; б) тета-ритма в отведениях О3, О4, С3, С4, Р4, Р3, F4, Т3, Cz; в) дельта-ритма в отведениях F3, О4, Р3, Р4. Наиболее сильное влияние фактор «Патология» оказывал на мощность альфа-ритма в центральных и теменных отведениях левого полушария.

Изолированное влияние фактора «Патология» было значимым в отношении функции когерентности  $\alpha$ -ритма в отведениях F4-C4, F4-O2, P3-O1, C3-P3, P3-O1, F3-C3, P3-P4, F3-F4, O1-O2, C3-C4. Фактор «Возраст» достоверно влиял на значения  $\alpha$ -КОГ в отведениях F4-

C4, P4-O2, C4-O2, F4-O2, P3-O1, C3-P3, P3-O1, F3-C3, P3-P4, F3-F4, O1-O2, C3-C4. Взаимодействие факторов «Патология\*Возраст» достоверно определяло изменение  $\alpha$ -КОГ F4-O2, P3-O1, C3-P3, P3-O1, F3-C3, P3-P4, F3-F4, O1-O2, C3-C4. Полученные результаты выявили усиление межполушарной когерентности  $\alpha$ -ритма в теменных областях у детей с НСТ всех возрастов, а в 7-10 лет – в лобных областях.

В табл. 3 приведены результаты факторного анализа совокупности антропометрических, физиометрических и висцеральных показателей детей с НСТ, выделены три составляющие антропо-сомато-висцерального континуума (F1, F2, F3), определившие 96,8% общей дисперсии.

Таблица 3

## Результаты факторного анализа показателей развития и параметров висцеральных функций, сопряженных с приобретенной НСТ

Совокупность признаков	% общей дисперсии	Составляющие показатели	Факторная нагрузка	Козф. детерминации R2
F1	59,7	Вес	-0,24	0,014
		Динамометрия правой кисти	-0,37	0,021
		Индекс Руфье	0,42	0,032
		Пульсовое давление	0,35	0,034
		ЖЕЛ	-0,26	0,017
		% выполнения тестовых заданий по вербальному анализу	-0,74	0,058
		СПМ тета-диапазона	0,71	0,043
		СПМ альфа-диапазона	0,85	0,09
		КОГ альфа-диапазона левого полушария в динамике теста	0,88	0,12
		альфа-КОГ F3-P3	0,73	0,075
		альфа-КОГ P4-O1	-0,71	0,056
		альфа-КОГ P3-Pz	0,79	0,072
		альфа-КОГ F-Cz	0,80	0,071
Латентный период слуховых ВП	0,96	0,24		



Совокупность признаков	% общей дисперсии	Составляющие показатели	Факторная нагрузка	Коэф. детерминации R2
F2	29,4	Динамометрия правой кисти	-0,24	0,018
		Индекс Руфье	0,36	0,028
		ЖЕЛ	-0,21	0,013
		% выполнения тестовых заданий по вербальному анализу	-0,71	0,049
		Увеличение СПМ а-диапазона с возрастом	0,72	0,087
		альфа-КОГ O1-O2	-0,78	0,068
		альфа-КОГ Pz	-0,67	0,059
		альфа-КОГ F3-O1	0,80	0,072
F3	7,7	Латентный период слуховых ВП	0,91	0,14
		Индекс Руфье	0,32	0,052
		Пульсовое давление	-0,28	0,057
		% выполнения тестовых заданий по невербальному анализу	-0,64	0,072
		СПМ дельта-диапазона	0,72	0,048
		альфа-КОГ F3-O1	0,81	0,063
		альфа-КОГ O1-O2	-0,75	0,072
Латентный период слуховых ВП	0,73	0,091 <sup>1</sup>		

Обозначения. F - значения фактора;  
 альфа-КОГ – уровень когерентности на частотах альфа-диапазона;  
 ВП – вызванные потенциалы;  
 ЖЕЛ – жизненная емкость легких;  
 СПМ – спектральная плотность мощности.

Высокая факторная нагрузка выявлена для компонентов F1 среди показателей латентного периода слуховых ВП, СПМ а-диапазона, когерентности (КОГ) а-диапазона левого полушария в динамике теста, а-КОГ в отведении P3-Pz, % выполнения заданий по вербальному анализу. Среди показателей компоненты F2 высокая факторная нагрузка отмечена для латентного периода слуховых ВП, функции а-КОГ в отведениях F3-O1, O1-O2, факта увеличения СПМ а-диапазона с возрастом. У детей с НСТ отмечали доминирование а-колебаний в затылочной и теменной областях обоих полушарий.

У детей с приобретенной НСТ встречалась «плоская энцефалограмма», без выраженного доминирования ритмических диапазонов. В группе детей с врожденной НСТ и контрольной группе СПМ Δ- и θ-ритмов снижалась к 14-16 годам, СПМ а-ритма возрастала, за исключением детей с приобретенной НСТ, у которых выявлены полиморфные паттерны ЭЭГ, с доминированием колебаний θ- и Δ-диапазона, и разные формы нарушений ритма. При НСТ становление а-ритмической активности замедлено. Таким образом, при врожденной НСТ имеет место дисфункция глубинных регуляторных структур, дефицит активации ретикулярной формации ствола и среднего мозга.

С помощью дисперсионного анализа установлено значимое влияние фактора «Возраст» на изменение мощности а-ритма в отведениях O<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, F<sub>4</sub>. При многофакторном дисперсионном анализе зависимыми переменными служили значения функции когерентности ЭЭГ а-диапазона после их нормализации для различных отведений, а фиксированными факторами – «Патология» и «Возраст». Изолированное влияние фактора «Патология» было значимым в отношении функции когерентно-

сти а-ритма в отведениях F<sub>4</sub>-C<sub>4</sub>, F<sub>4</sub>-O<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>-P<sub>3</sub>, P<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>, F<sub>3</sub>-C<sub>3</sub>, P<sub>3</sub>-P<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>. Фактор «Возраст» достоверно влиял на когерентность а-КОГ в отведениях F<sub>4</sub>-C<sub>4</sub>, P<sub>4</sub>-O<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>-P<sub>3</sub>, P<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>, F<sub>3</sub>-C<sub>3</sub>, P<sub>3</sub>-P<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>.

У детей с НСТ 7-10 лет максимум P<sub>1</sub> ЗВП выявлен в затылочной области (при врожденной – в левом, при приобретенной – в правом полушарии). В теменной области амплитуда компонента P<sub>1</sub> снижена по сравнению с контролем. У детей с приобретенной НСТ 11-13 лет амплитуда P<sub>1</sub> была ниже, чем при врожденной. К 14-16 годам у детей с врожденной НСТ наиболее высокая амплитуда P<sub>1</sub> приходилась на C<sub>4</sub>, а при приобретенной – на область O<sub>1</sub>.

У детей с НСТ отмечено увеличение ЛП P<sub>1</sub>-N<sub>1</sub> и снижение амплитуды N<sub>1</sub>. У 7-10-летних детей с НСТ в лобной и в левой затылочной области, было два максимума N<sub>1</sub>. При НСТ обнаружена асимметрия N<sub>1</sub>: у детей с врожденной НСТ – в правом, с приобретенной – в левом полушарии. К 14-16 годам у детей с НСТ сохранялась асимметрия амплитудных характеристик компонента N<sub>1</sub> с преобладанием в левом полушарии.

Амплитуда компонента P<sub>2</sub> ЗВП, преобладающего в правом полушарии, характеризовалась асимметрией у 7-10-летних детей с НСТ. Анализ компонента N<sub>2</sub> детей с НСТ 7-10 лет и в контрольной группе выявил его низкие амплитудные значения в лобных долях, особенно у детей с приобретенной НСТ, у которых пиковые значения приходились на теменную область левого полушария.

При врожденной НСТ у детей 7-10 лет СВП характеризовались повышением ЛП (в среднем, 25 мс), и снижением амплитуды. Эта тенденция сохранялась в генерации всех компонентов СВП: N<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>. Для компонента N<sub>1</sub> детей 7-10 лет с приобретенной НСТ было характерно уменьшение ЛП и амплитуды в T<sub>4</sub> и C<sub>z</sub>. P<sub>2</sub> компонент у



детей 7-10 лет с приобретенной НСТ был выражен в височных областях, его амплитуды были снижены. Поздние компоненты СВП у детей с НСТ характеризовались длительными ЛП и низкими амплитудами. У детей 7-10 лет с приобретенной НСТ отсутствовали межполушарные различия в генерации СВП, в отличие от детей с врожденной НСТ. В 11-13 лет у детей с врожденной НСТ происходило снижение ЛП и амплитуды компонентов СВП. ЛП компонентов  $C_z$ -области были выше, чем в височных областях. У детей с приобретенной НСТ отмечено отставание в генерации  $P_1$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  и  $P_3$  в области  $C_z$ . Одновременно имеет место межполушарная десинхронность генерации СВП: при приобретенной НСТ в его формировании большее значение приобретала правая височная область, а при врожденной – левая; амплитудно-частотные характеристики СВП вертексной зоны коры и конфигурация СВП у детей с НСТ 7-10 лет отличались от контрольной группы.

При факторном анализе совокупности антропо-, физиометрических и висцеральных показателей, в т.ч. параметров биоэлектрической активности мозга детей с НСТ, выделено три составляющие F1- F3 антропо-сомато-висцерального континуума, определивших 96,8% общей дисперсии. Высокая факторная нагрузка была выявлена для первой компоненты F1 среди таких показателей как ЛП период СВП, КОГ  $\alpha$ -диапазона левого полушария в динамике теста, СПМ  $\alpha$ -диапазона,  $\alpha$ -КОГ в отведении  $P_3$ - $P_z$ . Среди показателей второй компоненты F2 высокая факторная нагрузка отмечалась для ЛП слухового ВП, функции  $\alpha$ -КОГ в отведениях  $F_3$ - $O_1$ ,  $O_1$ - $O_2$ , факта увеличения СПМ  $\alpha$ -диапазона с возрастом.

### Обсуждение

Таким образом, у детей с приобретенной НСТ физическое развитие было резко дисгармоничным, а с врожденной НСТ – дисгармоничным, что может быть связано с недостаточностью развития компенсаторных механизмов, явившейся, в свою очередь, следствием воздействия гипоксического фактора в постнатальном периоде. В то же время у детей с НСТ в процессе индивидуального онтогенеза происходит отставание в физическом развитии, что неизбежно проявляется в недостаточной функциональной зрелости соматических и висцеральных систем организма, одновременном наличии у слабослышащих детей аномалий роста и развития.

Нами показано, что у детей 7-10 лет с приобретенной НСТ межполушарные и передне-задние кортикальные взаимоотношения выражены слабо, а ЗВП характеризуются отсроченным началом ответа и снижением амплитуд. Генерация зрительных ЗВП была наиболее значительно нарушена в лобной и затылочной областях коры, выявлена десинхронность их формирования в полушариях. Полученные факты легли в основу предположения о при-

чинах отличия структуры ЗВП, связанных с трудностями анализа визуальных признаков стимула в зависимости от привлечения к нему внимания. Это подтверждается тем, что наличие сенсорной депривации затрудняет формирование взаимодействий в коре, и выражается в особенностях формирования вызванных потенциалов сохранного участка мозга.

Таким образом, дисперсионный анализ подтвердил, что на формирование внутри- и межполушарных связей у детей влияет возникновение и течение НСТ. Возрастная динамика функциональной организации биоэлектрической активности мозга у детей с НСТ отличается от выявленной в контроле. Следовательно, состояние внутри- и межполушарной интеграции по альфа-ритму у детей с НСТ с возрастом должно подвергаться мониторингу и может выступать в качестве функционального критерия развития патологии.

Как и ожидалось, генерация СВП характеризуется большим включением в обработку сигнала правой височной области при врожденной НСТ и левой височной – у детей с приобретенной НСТ. Однако, результаты сравнительного анализа развития детей свидетельствуют об относительной компенсации функциональных расстройств при врожденной НСТ в процессе роста.

При факторном анализе совокупности антропо-, физиометрических и висцеральных показателей, а также параметров биоэлектрической активности мозга детей с НСТ, выявление у детей совокупности признаков с высокой факторной нагрузкой ( $>0,7$ ) может являться предиктором формирования НСТ.

### Заключение

Таким образом, состояние внутри- и межполушарной интеграции, а также характер спектральной плотности мощности диапазонов ЭЭГ у детей с НСТ может выступать в качестве функционального критерия развития патологии. Данные факторного анализа совокупности антропометрических, физиометрических и висцеральных показателей, включая параметры биоэлектрической активности мозга детей с НСТ, могут явиться диагностическими критериями составляющих антропо-сомато-висцерального континуума изучаемой патологии. Выявление у детей на превентивном этапе диагностики установленной совокупности признаков с высокой факторной нагрузкой можно считать основанием для предположения о наличии у них проявлений НСТ.

Результаты работы открывают новые возможности для коррекционной работы со слабослышащими детьми в направлении компенсации дефектов психофизиологических и когнитивных нарушений, позволяют определить особенности индивидуального подхода к организации реабилитационных мероприятий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вихляева Е.М. Руководство по диагностике и лечению Цывьян П.Б., Ковтун О.П. Внутривисцеральное программирование заболеваний детей и взрослых // Успехи физиологических наук. – 2008. - №39(1). – С.68-75.
2. Айдаркин Е.К., Павловская М.А. Исследование нейрофизиологических механизмов непроизвольного внимания в условиях центральной маскировки слухового стимула // Валеология. – 2007. - №2. - С.65-74.