

<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.1.033>



Рахманова И.В.¹, Матроскин А.Г.¹ ✉, Кругляков А.Ю.², Дударов С.П.³,
Куниевский В.В.³, Ножницкая С.Ю.¹

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² Морозовская детская городская клиническая больница, Москва, Россия

³ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
Москва, Россия

Диагностика слуховой функции у детей грудного возраста с COVID-19 (часть I)

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Матроскин А.Г., Дударов С.П.; сбор материала – Ножницкая С.Ю., Матроскин А.Г., Кругляков А.Ю.; статистическая обработка данных, анализ и интерпретация результатов – Матроскин А.Г., Дударов С.П., Куниевский В.В.; написание текста – Рахманова И.В., Матроскин А.Г.; редактирование – Рахманова И.В., Матроскин А.Г., Дударов С.П., Ножницкая С.Ю., Кругляков А.Ю.

Подана: 14.09.2023

Принята: 26.02.2024

Контакты: antrax@mail.ru

Резюме

Цель. Выявить возможное влияние вируса SARS-CoV-2 на слуховую функцию детей первого года жизни.

Материалы и методы. Проведен анализ слуховой функции 100 детей, рожденных от матерей, перенесших COVID-19 во время беременности и переболевших самостоятельно в течение первого года жизни, а также эпикризов историй болезни самих матерей и их детей.

Работа носила ретроспективно-проспективный характер и состояла из 2 этапов. На первом этапе изучали выписные эпикризы историй болезни детей и их матерей, а на втором – проводили всем детям аудиологическое обследование методом слуховых вызванных потенциалов, отоакустической эмиссии и тимпанометрии. Полученные нами данные обрабатывали различными статистическими методами с применением кластеризации на основе искусственной нейронной сети Кохонена и процедуры жесткой кластеризации по возрасту на момент обследования с последующим анализом получившихся кластеров.

Результаты. Анализ слуховой функции в момент обращения показал отсутствие регистрации вызванной отоакустической эмиссии у 27 детей, из них 10 были доношенными и 17 недоношенными. У 17 из 27 пациентов, что составляет 17% от общего числа детей, была выявлена нейросенсорная тугоухость, а именно: двусторонняя – у 12 детей, односторонняя – у 1 ребенка и двусторонняя глухота – у 4 детей. Проведенный кластерный анализ выявил более худшие показатели параметров вызванной отоакустической эмиссии и слуховых вызванных потенциалов в группе, где мамы переболели COVID-19 во время беременности, чем в группе, где болели сами дети.

Заключение. Выявленные в нашей работе случаи заболевания детей с нейросенсорной тугоухостью косвенно, а также результаты кластерного анализа могут свидетельствовать о возможном прямом влиянии вируса SARS-CoV-2 на те или иные структуры слухового анализатора.

Ключевые слова: слуховая функция, грудной ребенок, COVID-19, нейросети, кластеризация данных, интеллектуальный анализ данных

Irina V. Rakhmanova¹, Alexander G. Matroskin¹ ✉, Andrey Yu. Kruglyakov²,
Sergey P. Dudarov³, Valeriy V. Kunievskiy³, Svetlana Yu. Nozhnitskaya¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Morozovskaya Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russia

³ D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology, Moscow, Russia

Diagnosis of Auditory Function in Infants with COVID-19 (Part I)

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: the concept and design of the study – Alexander G. Matroskin, Sergey P. Dudarov; collection of material – Svetlana Yu. Nozhnitskaya, Alexander G. Matroskin, Andrey Yu. Kruglyakov; statistical data processing, analysis and interpretation of results – Alexander G. Matroskin, Sergey P. Dudarov, Valeriy V. Kunievskiy; writing of the text – Irina V. Rakhmanova, Alexander G. Matroskin; editing – Irina V. Rakhmanova, Alexander G. Matroskin, Sergey P. Dudarov, Svetlana Yu. Nozhnitskaya, Andrey Yu. Kruglyakov.

Submitted: 14.09.2023

Accepted: 26.02.2024

Contacts: antrax@mail.ru

Abstract

Purpose. Identify the possible influence of the SARS-CoV-2 virus on the auditory function of children of the first year of life.

Materials and methods. An analysis of the auditory function of 100 children born to mothers who had undergone COVID-19 during pregnancy and had recovered independently during the first year of life, as well as epicrisis of case histories of the mothers themselves and their children, was carried out. The work was retrospective prospective and consisted of 2 stages. At the first stage, discharge epicrisis of case histories of children and their mothers were studied, and at the second stage, audiological examination was carried out for all children by the method of auditory induced potentials, otoacoustic emission and tympanometry. The data we obtained were processed by various statistical methods using Cohonen artificial neural network-based clustering and a rigid clustering procedure by age at the time of examination, followed by analysis of the resulting clusters.

Results. Analysis of auditory function at the time of treatment showed that there was no record of induced otoacoustic emission in 27 children, of whom 10 were full-term and 17 premature. In 17 of the 27 children, 17% of the total number of children, sensorineural stiffness was detected, namely, bilateral in 12 children, unilateral in one child and bilateral deafness in 4 children. The cluster analysis revealed worse parameters of induced otoacoustic emission and auditory induced potentials in the group where mothers had COVID-19 during pregnancy than in the group where the children themselves were sick.

Conclusion. The cases of children with sensorineural hearing loss identified in our work indirectly, as well as the results of cluster analysis, may indicate a possible direct effect of the SARS-CoV-2 virus on certain structures of the auditory analyzer.

Keywords: auditory function, infant, COVID-19, neural networks, data clustering, data mining

■ ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мировом информационном поле вся имеющаяся информация, посвященная коронавирусной инфекции, носит характер систематических обзоров, в которых представлен материал, отражающий проблемы неонатологии, педиатрии, акушерства и гинекологии [1–5].

Работ, посвященных изучению слуховой функции у новорожденных и грудных детей, крайне мало, а доступные данные литературы противоречивы [6]. Так, по данным одних авторов, коронавирусная инфекция не является фактором риска развития по тугоухости, однако в то же время, по мнению других авторов, SARS-CoV-2 способствует нарушению фетоплацентарной перфузии и/или тромботическим изменениям у матери, снижению барьерной функции, воспалительным изменениям в плаценте, что приводит в итоге к гипоксии плода и может вызвать нарушение слуховой функции [7–10].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить возможное влияние вируса SARS-CoV-2 на слуховую функцию детей первого года жизни.

Поставленная цель определила следующие задачи:

1. Отобрать детей, рожденных от матерей с COVID-19 и самостоятельно переболевших SARS-CoV-2 в течение первого года жизни, для дальнейшей оценки слуховой функции.
2. Выполнить комплексное обследование слуховой функции у детей, включенных в работу, с применением различных методов диагностики.
3. Провести в дальнейшем анализ полученных данных результатов аудиологического обследования детей 2 групп.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все включенные в работу родители с детьми обратились в КДЦ Морозовской больницы самотеком или были направлены в Морозовскую детскую городскую клиническую больницу (главный врач Горев В.В.) для проведения 2 этапов аудиологического обследования.

Обследование детей проводили только при наличии письменного информированного согласия родителей на динамическое аудиологическое обследование и обработку данных выписных эпикризов их детей и самих матерей.

Работа носила ретроспективно-проспективный характер и состояла из 2 этапов.

На первом этапе проводили анализ выписных эпикризов историй болезни детей (табл. 1) и их матерей (табл. 2), а на втором – аудиологическое обследование включенных в работу детей и оценку полученных данных.

Всего за время работы было обследовано 100 детей, из них 65 (65%) были недоношенными и 35 (35%) доношенными.

Во время обследования все дети распределялись также на 2 группы. Первую группу составили 63 ребенка (27 доношенных и 36 недоношенных детей) от 61 пациентки с подтвержденной коронавирусной инфекцией во время беременности.

Вторая группа включала 37 детей (29 недоношенных и 8 детей доношенных), которые до года перенесли COVID-19 самостоятельно в течение первого года жизни.

На втором этапе работы аудиологическое исследование проводили детям в возрасте от 0 до 16 мес. жизни. Исследование осуществляли каждые 3 мес. (0–1 мес., 2–4 мес., 5–7 мес., 8–10 мес. и 12–16 мес. жизни) в соответствии с рекомендательными документами [11, 12].

Изначально аудиологический скрининг в роддоме был пройден (отрицательный результат) у 34 (34%) детей, не пройден у 26 (26%) детей, а не сделан 27 (27%) детям. В 13% случаев данные о проведении аудиологического скрининга отсутствовали.

Всем детям до аудиологического исследования проведен оториноларингологический осмотр для исключения острых воспалительных заболеваний или аномалий развития лор-органов, при необходимости была назначена трансназальная фиброларингоскопия.

Слуховую функцию исследовали методами коротколатентных вызванных потенциалов (КСВП), стационарных слуховых вызванных потенциалов (ASSR), вызванной отоакустической эмиссии (BOAЭ) и акустической импедансометрии с использованием частоты зондирующего тона 1000 Гц. Слуховые вызванные потенциалы выполняли на приборе Eclips фирмы Interacoustics (Дания) в звукоизолирующей и экранирующей камере. При обследовании методом BOAЭ регистрацию выполняли 2 классами (на частоте продукта искажения и задержанная), и если один из классов не регистрировался, то слуховая функция оценивалась нами в пределах нормы. Тимпанометрия выполнялась на аппарате GSI TympStar II.

Оценку степени снижения слуха осуществляли согласно Международной классификации (ВОЗ, 1977 г.).

Для выявления различий в исследуемых группах (по триместрам) нами использован метод оценки непараметрических данных Манна – Уитни или Уилкоксона в зависимости от распределения групп генеральной выборки. При сравнении с нейронной сетью Кохонена рассматривалась процедура жесткой кластеризации по одному-единственному признаку – возрасту на момент обследования. Параллельно с этим использовали 2 метода кластеризации данных: кластеризацию на основе искусственной нейронной

Таблица 1
Распределение детей по полу и гестационному возрасту на момент рождения
Table 1
Distribution of children by sex and gestational age at the time of birth

Распределение детей по полу			
Мальчики	57	Девочки	43
Распределение детей по сроку гестации на момент рождения			
Доношенные	24	Доношенные	11
Недоношенные	35	Недоношенные	30

Таблица 2
Триместр, в котором матери перенесли COVID-19
Table 2
The trimester in which mothers underwent COVID-19

Триместр	Возраст (нед.)	Количество матерей
I	от 2 до 12	20
II	от 13 до 27	21
III	от 28 до 37	20

сети Кохонена и процедуру жесткой кластеризации по возрасту на момент обследования с последующим анализом получившихся кластеров.

В обоих случаях задавали одинаковое количество кластеров и подбирали идентичные или близкие настройки алгоритма: коэффициент скорости самообучения и количество эпох. По результатам распределения по кластерам выполняли кластерный анализ, позволивший получить обобщенную характеристику кластеров, которую можно было распространить на детей, попавших в них, и, как следствие, сделать в их отношении общие выводы [13].

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ретроспективный анализ первого этапа показал, что все матери переболели ранее во время беременности COVID-19 и к моменту родов уже были клинически здоровы с отрицательным результатом анализа методом ПЦР на РНК вируса SARS-CoV-2.

По данным эпикризов касательно выраженности клинических симптомов COVID-19 выявлено, что у 5 (8,2%) матерей заболевание протекало бессимптомно, у 51 (83,6%) матери отмечались симптомы интоксикации, респираторные симптомы, нарушение обоняния (гипосмия или аносмия), одышка, головокружение, светобоязнь, снижение вкусовой чувствительности (гипогевзия), онемение нижней челюсти. Пять (8,2%) матерей, несмотря на наличие симптомов вирусной инфекции, к врачу не обращались.

Шесть (11,8%) матерей были госпитализированы для проведения стационарного лечения, у 2 из них выявлена пневмония, среднетяжелое течение COVID-19, у 4 – легкое течение COVID-19.

Экстренное родоразрешение было выполнено 10 (16,4%) беременным матерям в связи с развившейся преэклампсией, фетоплацентарной недостаточностью (ФПН) в стадии декомпенсации, прогрессирующей внутриутробной гипоксией плода, нарушением плацентарного барьера. Одной матери на 33-й нед. беременности была выполнена аппендэктомия, у ребенка выявлены антитела IgG к SARS-CoV-2, хотя мама отрицает заболевание SARS-CoV-2.

Ретроспективный анализ эпикризов детей выявил отягощенный анамнез со стороны отца одного из детей по развитию нейросенсорной тугоухости, у других 99 детей, со слов матерей, тугоухих и глухих родственников не было.

Важно отметить, что из всех обследованных доношенных детей в отделение реанимации и интенсивной терапии для новорожденных и недоношенных детей из родзала были переведены 22 (62,9%) доношенных ребенка.

Все недоношенные дети (65 детей) также находились в отделении реанимации и интенсивной терапии, и из них у 60 (92,3%) была необходимость в искусственной вентиляции легких (ИВЛ и СРАР-терапия).

В 92,3% случаев у недоношенных детей патология органов дыхания была представлена врожденной или внутриутробной пневмонией, в 15,3% случаев – респираторным дистресс-синдромом, в 49,2% – бронхолегочной дисплазией, в 15,3% случаев – церебральной депрессией, врожденной инфекцией в 38,5% и внутриутробной гипоксией в 15,3% случаев.

У 22 доношенных детей, которые нуждались в отделении реанимации и интенсивной терапии, патология была представлена сложными диагнозами, требующими оперативного лечения, что не характерно для этого контингента детей. Это

сердечно-сосудистая и легочная патология, патология со стороны головного мозга, поражение кишечного тракта, слепота, наряду с той, которая обычно встречается у недоношенных.

Также необходимо обратить внимание, что в случае рождения ребенка от матери, переболевшей COVID-19, аномалии развития головного мозга и других органов и систем встречались чаще, чем у детей, переболевших самостоятельно.

У всех обследованных детей, которые находились на выхаживании в неонатологических отделениях, результат анализа методом ПЦР-мазка из зева на РНК вируса SARS-CoV-2 был отрицательным, IgM-антитела не диагностировались. Необходимо отметить, что выявлены антитела IgG к SARS-CoV-2 в 86% случаев.

Все дети, которые заболели COVID-19 после рождения, проходили лечение стационарно. Клиническое течение коронавирусной инфекции представлено: у 30 (81%) детей в виде острого назофарингита с повышением температуры, у 6 (16%) детей присутствовали вялость, снижение аппетита, беспокойство и у 1 (3%) ребенка выявлена пневмония без дыхательной недостаточности.

Анализ слуховой функции в момент обращения показал отсутствие регистрации БОАЭ у 27 (27%) детей (10 доношенных и 17 недоношенных). При этом у детей, переболевших COVID-19 самостоятельно, срок первичного аудиологического обследования после выздоровления был не менее 2 мес.

Из них у 17 (63%) исследование слуховой функции выявило нейросенсорную тугоухость (двустороннюю тугоухость у 12 детей, одностороннюю у 1 ребенка и двустороннюю глухоту у 4 детей).

Таким образом, можно сказать, что нарушение слуха нейросенсорного характера диагностировано у 17 детей из 100, что составляло 17%.

По причине возникновения у 2 (11,8%) из 17 детей была выявлена врожденная, генетически подтвержденная тугоухость и/или глухота, а у 4 (23,5%) причиной снижения слуха была синдромальная патология или снижение слуха было обусловлено воспалительным заболеванием головного мозга.

По форме снижения у 4 (14,8%) из 27 обследованных детей выявлена кондуктивная тугоухость. Из них у 2 она была двусторонняя II–IV и III–IV степени и причиной явилась врожденная аномалия развития слуховых косточек, выявленная по КТ височных костей. У третьего ребенка было одностороннее снижение слуха IV степени, что связано с аномалией развития внутреннего уха, и еще у 1 пациента – двусторонняя кондуктивная тугоухость I–II степени.

У 6 оставшихся детей слуховая функция нормализовалась по причине дальнейшего роста и развития ребенка или ликвидации экссудата из среднего уха.

У 79 (79%) детей зарегистрированные пороги звуковосприятия стационарных вызванных потенциалов (ASSR) соответствовали нормальному значению в диапазоне частот 500, 1000, 2000 и 4000 Гц на оба уха. Данные регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП) показали пороги визуальной детекции V пика в пределах 20–30дБ nHL на оба уха, а пики имели типичную конфигурацию. Вызванная отоакустическая эмиссия также регистрировалась у 79 (79%) детей на оба уха. Тимпанограмма соответствовала типу «А».

Рассмотрим результаты распределения показателей исследования слуховой функции у детей относительно возраста на момент обследования (рис. 1, 2). В ходе исследования с использованием процедуры жесткой кластеризации были выделены

5 кластеров: от 0 до 3 мес. (1-й кластер, 16 детей), от 3 до 6 мес. (2-й кластер, 24 ребенка), от 6 до 9 мес. (3-й кластер, 15 детей), от 9 до 12 мес. (4-й кластер, 17 детей), от 12 мес. и старше (5-й кластер, 28 детей).

Свойство	1 Кластер	2 Кластер	3 Кластер	4 Кластер	5 Кластер
Мать	0,3125	0,2333	0,9375	0,5116	0,3407
Срок беременности на момент болезни	4,75	5,6	21,2083	9,9767	6,8571
Ребенок	0,6875	0,15	0,0625	0,3488	0,1648
Возраст на момент болезни	6,3125	1,1	0,3333	1,6047	0,6813
срок гестации на момент обследования(нед)	29,45	29,275	35,9583	32,0744	29,9495
возраст на момент обследования	16	12	3	9	6
отоакустическая эмиссия Пр.уха 1кГц	0,1062	2,86	1,275	1,9791	1,1099
отоакустическая эмиссия Пр.уха 2кГц	8,3563	10,7617	6,1835	7,6605	8,2396
отоакустическая эмиссия Пр.уха 4кГц	10,4625	8,4067	4,1917	6,9	6,0066
отоакустическая эмиссия Пр.уха 6кГц	5,8813	4,0683	2,6838	4,5349	4,0846
отоакустическая эмиссия Лев.уха 1кГц	6,0625	1,245	1,3854	2,4	1,4176
отоакустическая эмиссия Лев.уха 2кГц	13,8688	11,95	6,2396	8,1767	8,0791
отоакустическая эмиссия Лев.уха 4кГц	9,3188	7,8867	3,9771	6,693	5,6593
отоакустическая эмиссия Лев.уха 6кГц	6,3438	3,8333	2,2396	2,2442	2,0956
отоакустическая эмиссия Пр.уха 0,5-1,5кГц	2,375	0,5	0,6042	1,8605	0,4286
отоакустическая эмиссия Пр.уха 1,5-2,5кГц	14,2312	3,9333	7,2083	10,0233	4,1868
отоакустическая эмиссия Пр.уха 2,5-3,5кГц	11,875	3,0833	6,875	8,6744	4,3077
отоакустическая эмиссия Пр.уха 3,5-4,5кГц	9,0625	0,95	6,0208	6,2558	3,3956
отоакустическая эмиссия Пр.уха 4,5-5,5кГц	1,4375	0,15	0,5833	1,4186	0,6264
отоакустическая эмиссия Лев.уха 0,5-1,5кГц	4	1,1167	2	1,3488	0,2747
отоакустическая эмиссия Лев.уха 1,5-2,5кГц	15,25	3,2	7,2292	10,5581	3,8791
отоакустическая эмиссия Лев.уха 2,5-3,5кГц	12,3125	2,3167	7,2292	10,3953	3,7582
отоакустическая эмиссия Лев.уха 3,5-4,5кГц	9,125	1,3833	5,9583	6,186	2,8901
отоакустическая эмиссия Лев.уха 4,5-5,5кГц	2,4375	0,3667	0,4583	0,7209	0,3846
ASSR Пр.уха 500Гц	16,5625	29,4167	15,9375	27,6047	28,8462
ASSR Пр.уха 1000Гц	12,8125	18,5	13,3333	21,3953	20,989
ASSR Пр.уха 2000Гц	7,1875	15,8333	12,5	18,7209	20,2198
ASSR Пр.уха 4000Гц	13,125	15,8333	11,3542	20	19,3407
ASSR Лев.уха 500Гц	21,875	29,75	16,6667	30,1163	29,4505
ASSR Лев.уха 1000Гц	17,5	20	15,3125	23,1395	20,0549
ASSR Лев.уха 2000Гц	13,125	20,5833	13,4375	20	18,0769
ASSR Лев.уха 4000Гц	11,875	18,5	11,5625	21,0465	16,7033
КСВП латентность Пр.уха 20	4,2081	3,068	1,389	4,0686	2,8938
КСВП латентность Пр.уха 40	3,6162	3,1275	1,6571	3,6444	2,9701
КСВП латентность Пр.уха 60	3,2088	4,3713	1,3808	3,044	3,1587
КСВП латентность Лев.уха 20	4,2875	3,0565	1,3862	3,4919	2,6179
КСВП латентность Лев.уха 40	3,6075	3,05	1,5148	3,0067	8,7215
КСВП латентность Лев.уха 60	2,8538	4,3163	1,3165	2,86	2,74

Рис. 1. Средние значения показателей исследования слуховой функции обследованных детей при кластеризации их по возрасту на момент обследования

Fig. 1. Mean values of the auditory function study of examined children in clustering them by age at the time of examination

Свойство	1 Кластер	2 Кластер	3 Кластер	4 Кластер	5 Кластер
Мать	0,3333	0,6	0,4615	0,6	0,3714
Срок беременности на момент болезни	8,463	17,8	8,8462	13,2667	7,7714
Ребенок	0,3148	0,4	0,2308	0,2667	0,0857
Возраст на момент болезни	2,3148	2,4	1	1,4	0,4286
срок гестации на момент обследования(нед)	30,6148	35,4	33,5769	32	29,6914
возраст на момент обследования	9,9074	9,2	7,8462	6,4	8,6571
отоакустическая эмиссия Пр.уха 1кГц	2,3648	0	0	1,9733	-0,9286
отоакустическая эмиссия Пр.уха 2кГц	14,6611	11,18	0	6,9267	1,8371
отоакустическая эмиссия Пр.уха 4кГц	12,3556	6,12	-0,3077	4,9267	0,4914
отоакустическая эмиссия Пр.уха 6кГц	6,0278	2,16	0	2,5147	0,9686
отоакустическая эмиссия Лев.уха 1кГц	2,137	0	0	3,3933	0,3229
отоакустическая эмиссия Лев.уха 2кГц	14,1111	0	0,5769	8,4867	5,0486
отоакустическая эмиссия Лев.уха 4кГц	11,2778	0	1,1	8,1267	1,4543
отоакустическая эмиссия Лев.уха 6кГц	4,7222	0	1,1692	-0,2	0,1143
отоакустическая эмиссия Пр.уха 0,5-1,5кГц	2,2037	0	0	0	1
отоакустическая эмиссия Пр.уха 1,5-2,5кГц	10,9019	8,4	0	10	2,0286
отоакустическая эмиссия Пр.уха 2,5-3,5кГц	9,6111	8	0	9,7333	1,5143
отоакустическая эмиссия Пр.уха 3,5-4,5кГц	6,4259	0	0	6,7333	0,6857
отоакустическая эмиссия Пр.уха 4,5-5,5кГц	1,2037	0	0	0	0,2857
отоакустическая эмиссия Лев.уха 0,5-1,5кГц	2,5185	0	0	1,4667	0,6857
отоакустическая эмиссия Лев.уха 1,5-2,5кГц	10,0185	3	2	8,8667	3,0857
отоакустическая эмиссия Лев.уха 2,5-3,5кГц	8,8704	0,8	1,2308	10	2,3143
отоакустическая эмиссия Лев.уха 3,5-4,5кГц	6	0	0,3077	6,3333	1,6571
отоакустическая эмиссия Лев.уха 4,5-5,5кГц	0,7222	0	0	0	0,6
ASSR Пр.уха 500Гц	25,5556	13	58,4615	27,3333	32,5714
ASSR Пр.уха 1000Гц	16,7593	12	61,9231	16,6667	22,2857
ASSR Пр.уха 2000Гц	15	8	61,5385	13,6667	20,2857
ASSR Пр.уха 4000Гц	14,2593	42	65	16	18,5714
ASSR Лев.уха 500Гц	26,7593	83	60	29,3333	32,1429
ASSR Лев.уха 1000Гц	17,2222	86	52,6923	22	20,8571
ASSR Лев.уха 2000Гц	15,1852	77	62,3077	14,6667	18,5714
ASSR Лев.уха 4000Гц	14,0741	82	57,3077	19	18,1429
КСВП латентность Пр.уха 20	6,6313	3,6	0	2,7773	5,3794
КСВП латентность Пр.уха 40	5,8613	3,078	0,4308	5,0753	5,0509
КСВП латентность Пр.уха 60	4,9689	0	2,0615	4,6047	5,3677
КСВП латентность Лев.уха 20	6,693	0	1,0923	0	6,3117
КСВП латентность Лев.уха 40	5,8246	0	2,02	2,7053	5,99
КСВП латентность Лев.уха 60	4,588	1,266	3,4562	4,266	4,4083

Рис. 2. Средние значения по показателям слуха
Fig. 2. Average values for hearing indicators

При использовании для кластеризации искусственной нейронной сети Кохонена задавалось такое же, равное 5, количество кластеров, однако сами кластеры иницировались случайным образом, без привязки к возрасту на момент обследования, и, соответственно, сами дети распределялись по ним иначе. В связи с этим и составы кластеров, представленные на рис. 2, оказались другими. Так, если в случае жесткой кластеризации средний возраст на момент обследования по кластерам

варьировался от 3 до 16 мес., то при использовании сети Кохонена этот диапазон сократился и составил от 6,4 до 9,9 мес. Это означает, что в один и тот же кластер могли попасть дети, обследованные как в 6, так и в 12 мес., но объединенные другими общими признаками.

Так, в ходе анализа выявлены кластеры, в составе которых преобладают матери, перенесшие COVID-19 во время беременности (кластеры 2 и 4), а в кластерах 1 и 2 оказалось много детей, которые сами перенесли эту инфекцию.

Проведенный анализ выявил более худшие значения показателей параметров BOAЭ и ASSR в группе, где мамы переболели COVID-19 во время беременности (первая группа), чем в группе, где болели сами дети (вторая группа).

В первой группе средние значения порога слуха соответствовали нейросенсорной тугоухости, а значения амплитуды ответа улитки были ниже средних или эмиссия не регистрировалась. Также была выявлена зависимость повышения порогов регистрации ASSR и снижения амплитуды ответа BOAЭ от срока беременности, на котором мать переболела COVID-19.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Новая коронавирусная инфекция стала глобальной проблемой здравоохранения. Беременные женщины составляют группу повышенного риска, так как пневмония занимает третье место в структуре не прямых причин материнской смертности, изменение их иммунной системы способствует повышенной восприимчивости организма беременной к патогенам [14].

На сегодняшний день имеется достаточно публикаций об инфицировании коронавирусом SARS-CoV-2 беременных и их детей [15–17, 1]. По данным источников, частота перинатальных осложнений и малых аномалий и пороков развития (гидронефроз, неонатальная гипогликемия) у детей, рожденных у женщин с COVID-19, зависит от срока беременности и наблюдается чаще у детей, которые родились в первом триместре, а частота инфекционно-воспалительных заболеваний и увеличение риска преждевременных родов оказываются выше у детей, чьи матери перенесли SARS-CoV-2 в третьем триместре [15, 18].

По данным РБК Новости от 29.08.2021, заместитель директора по клинико-аналитической работе центрального научно-исследовательского института эпидемиологии Роспотребнадзора Наталья Пшеничная в беседе с РИА Новости сообщила о возможном негативном влиянии COVID-19 на развитие плода, что сопровождается развитием тяжелого порока глаз, сердца. Так, по ее словам, у детей, чьи матери перенесли коронавирусную инфекцию на 5–6-й нед. беременности, выявляли тяжелый порок сердца. С ее слов, данные пороки развития схожи с «эффектом от краснухи», но объяснить развитие таких изменений врачи пока не могут [19].

Любые инфекционные заболевания матери представляют опасность для плода, особенно в конце первого и во втором триместрах.

Заболевание матери вызывает изменения в иммунитете ребенка. Во время болезни у ребенка формируется так называемый полифункциональный цитокиновый ответ, что готовит организм к выработке множественных цитокинов и является, с одной стороны, защитой от заражения SARS-CoV-2, т. е. матери обеспечивают своим детям пассивный иммунитет, а с другой – нарушают баланс, необходимый для развития внутренних органов плода (мозг, легкие, кишечник и др.) [20].

Пандемия на сегодняшний день закончилась, но вопросов осталось больше, чем ответов. Мы считаем, что проблема здоровья ребенка, обсуждаемая разными специалистами, актуальна и поставила задачи по особенностям наблюдения, выработки критериев диагностики и профилактики патологических состояний теперь уже у детей младшего и дошкольного возраста, родившихся от матерей с COVID-19 или заболевших в раннем возрасте до 1 года [21].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные нами результаты работы показывают, что использование различных методов исследования групп переболевших детей позволяет по-разному взглянуть на индивидуальное и совокупное влияние факторов и сделать выводы об их возможных влияниях на здоровье новорожденных детей, в том числе об их влиянии на слуховую функцию.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Schwartz D.A., Graham A.L. Potential Maternal and infant outcomes from Coronavirus 2019-nCov (SARS-Cov-2) infecting pregnant women: Lessons from SARS, MERS, and other human coronavirus infections. *Viruses*. 2020;12(2):194. doi:10.3390/v12020194
- Adamyan L.V., Vecherko V.L., Konisheva O.V., et al. Pregnancy and COVID-19: current issues (literature review). *Problemi reprodukcii*. 2021;27(3):70–77. doi: 10.17116/repro20212703170. (in Russian)
- Denisova T.G., Sergeeva A.I., Grigor'eva A.S., et al. Possible consequences for newborn from mothers who were sick with COVID-19 during pregnancy. *Acta Medica Eurasica*. 2021;3:35–44. doi: 10.47026/2413-4864-2021-3-35-47. (in Russian)
- Kosolapova U.A., Morozov L.A., Inviyaeva N.V., et al. Impact of COVID-19 on pregnancy outcomes and neonatal health (literature review). *Akusherstvo i ginekologiya: novosti, mneniya, obuchenie*. 2021;9(4):63–70. (in Russian)
- Trevesanuto D., Kavallin F., Cavichio M., et al. Coronavirus infection in newborns: a systematic review. *Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie*. 2020;8(4):77–84. doi:10.1136/archdischild-2020-319837
- Tufatulin G.S., Boboshko M.Y., Garbaruk E.S., et al. Hearing function in children after new coronavirus infection (COVID-19). *Vestnik Otorinolaryngologii*. 2021;86(5):28–34. doi: 10.17116/otorino20218605128. (in Russian)
- Bard Eldin Mostafa, Ahmed Mostafa, Lobna M El Fiky, et al. Maternal COVID-19 and neonatal hearing loss a multicentric survey. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022;279(7):3435–3438. doi: 10.1007/s00405-021-07098-5
- Gazi Yildiz, Didar Kurt, Emre Mat, et al. Hearing test results of newborns born from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) infected mothers: A tertiary center experience in Turkey. *J. Obstet Gynaecol Res*. 2022;48(1):113–118. doi: 10.1111/jog.15008
- Xiangmeng Meng, Kangxu Zhu, Jing Wang. Can SARS-CoV-2 positive pregnant women affect the hearing of their newborns: A systematic review. *Am. J. Otolaryngol*. 2022;43(5):103523. doi:10.1016/j.amjoto.2022.103523
- Esedova A.E., Ragimov R.M., Gatagageva Z.M., et al. COVID-19 in obstetrics and neonatology: regional experience. *Akusherstvo i ginekologiya*. 2022;4:55–63. doi:10.18565/aig.2022.4-55-63. (in Russian)
- Bogomilsky M.R., Rakhmanova I.V., Kryukov A.I., et al. An algorithm for studying the auditory function of premature infants. Methodological recommendations. Moscow; 2020. Available at: [\(https://mosgorzdrav.ru/ruRU/yasearch.html?searchid=2326395&tehts://mosgorzdrav.ru/ruRU/yasearch.html?searchid=2326395&text\)](https://mosgorzdrav.ru/ruRU/yasearch.html?searchid=2326395&tehts://mosgorzdrav.ru/ruRU/yasearch.html?searchid=2326395&text). (in Russian)
- Tavartkiladze G.A., Yunusov A.S., Machalov A.S., Boshko M.Yu., et al. Sensorineural hearing loss in children. *Clinical recommendations*. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/22_2 https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/22_2. (in Russian)
- Kunievskiy V.V., Dudarov S.P., Matroskin A.G. The influence of the composition of characteristic features on the diagnosis of hearing impairment of newborns in connection with the transferred covid during neural network clustering of medical data. *Uspehi v himii i himicheskoi tehnologii*. 2023;37(4):148–151. (in Russian)
- Bezhenar V.F., Zazerskaya I.E., et al. Community-acquired pneumonia in pregnant women: differential diagnosis, treatment features, obstetric tactics in a handemic of the new coronavirus infection COVID-19. St. Petersburg: EkoVektor; 2020. 95 p. doi:10.17816/JOWDS20202. (in Russian)
- Abdulaeva G.M., Batirhanov Sh. K., Sagatbaeva N.A., et al. Condition of newborns born to mothers with confirmed COVID-19. *Rossiyskiy pediatricheskij gurnal*. 2022;3(1):40. (in Russian)
- Belopol'skaya M.A., Gareeva A.I., Avrutin V.U., et al. Analysis of the risk of infection in newborns depending on the course of COVID-19 in the mother. *Gurnal Infekologii*. 2022;14(1):105–110. doi:10.22625/2072-6732-2022-14-1-105-110. (in Russian)
- Kosolapova U.A., Boris D.A., Poludenko N.D., et al. The impact of the new coronavirus infection COVID-19, suffered by women during pregnancy, on the health status of newborns. *Akusherstvo i ginekologiya*. 2022;11:90–98. (in Russian)
- Akhmetshina I. Diabetes, kidney damage: with what pathologies can a baby be born to a mother who has had COVID. *71.RU*. 2021. Available at: <https://71.ru/text/health/2021/08/23/70092902>.
- RBK Rospotrebnadzor announced the consequences of COVID-19 during pregnancy. *RBK*. 2021. Available at: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/612b286a9a794711f4071451>. (in Russian)
- Gritsenko D., Nedyuk M. Special provision: COVID of pregnant women can lead to mental disorders in the fetus. *Izvestiya*. 2021. Available at: <https://iz.ru/1254318/denis-gritsenko-mariia-nediuk/osoboe-polozhenie-covid-beremennykh-mozhet-vesti-k-naruseniiu-psikhiki-u-ploda>. (in Russian)
- Bogdanova S.V., Ilyenko L.I., Sakharova E.S. Consequences of COVID-19 in young children from the perspective of prediction and prevention. *Pediatrician's Practice*. 2022(4):74–75. (in Russian)