

Наталья Александровна Савельева^{1✉}
Александр Бейнусович Пальчик²
Татьяна Павловна Калашникова³

Natal'ya A. Savel'eva^{1✉}
Aleksandr B. Pal'chik²
Tat'yana P. Kalashnikova³

ОСОБЕННОСТИ ДОВЕРБАЛЬНОЙ ВОКАЛИЗАЦИИ У ПЛОДОВ И МЛАДЕНЦЕВ

SPECIFIC FEATURES OF PREVERBAL VOCALIZATIONS IN FETUSES AND INFANTS

^{1,3} Пермский государственный медицинский университет им. Академика Е. А. Вагнера, Пермь, Россия

¹ natamed23@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9072-1445>

Аннотация. Вокализация (В.) является одним из основных поведенческих показателей состояния плода и новорожденного. Классификация В. младенцев, основанная на акустическом анализе, выделяет рефлекторные звуки (плач, беспокойство, смех, дыхание, отрыжка, кашель, сосание) и так называемые протофоны, или речеподобные звуки. Наиболее изученными ранними В. являются смех и крик, свидетельствующие о состоянии дистресса или ситуации социальной игры. Оба вида В. связаны с воздействием провоцирующих факторов, генерируются реже протофонов, и скорость их воспроизведения ниже. Протофоны доминируют в акустической структуре В. в течение первого года жизни. Характеризуются быстротой возникновения, обладают

^{1,3} Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner, Perm, Russia

¹ natamed23@mail.ru

² Saint Petersburg State Paediatric Medical University of the Ministry of Health, Saint Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9072-1445>

Abstract. Vocalization is one of the main behavioral indicators of the condition of the fetus and the newborn. The classification of vocalizations of infants, based on acoustic analysis, distinguishes reflex sounds (crying, anxiety, laughter, breathing, belching, coughing, and sucking) and so-called protophones, or speech-like sounds. The most thoroughly studied early vocalizations are laughter and shouting, indicating a state of distress or a situation of social play. Both types of vocalization are associated with the influence of provoking factors. They are generated less often than protophones, and their production speed is lower. Protophones dominate the acoustic structure of vocalizations during the first year of life. They are characterized by the speed of occurrence and display functional flexibility. They do

© Савельева Н. А., Пальчик А. Б., Калашникова Т. П., 2022

функциональной гибкостью. Не несут коммуникативной функции. Механизм их возникновения эндогенный и связан с активностью центральных паттерн-генераторов. Фило- и онтогенетическое значение протофонов заключается в сигнализации о психофизиологическом состоянии младенца, расширении возможностей физического и эмоционального взаимодействия с помощью вокальной практики. Кроме того, это необходимый прелингвистический этап в эволюции речи. Не исключено, что лепет развивается не только, а может быть и не столько, путем имитации, но и как самоорганизующийся продукт предшествующих протофонов. Дальнейшее изучение вариантов довербальных В. является актуальным направлением научных исследований. Изменение акустических характеристик ранних В. можно использовать в качестве инструмента для оценки и мониторинга состояния здоровья. Выделение типичных и атипичных акустических паттернов может способствовать ранней диагностике девиантных вариантов развития у детей и определения вектора формирования психоречевых функций в дальнейшем.

Ключевые слова: довербальная вокализация, младенцы, центральные паттерн-генераторы, речеподобные звуки, протофоны, поведенческое состояние плода.

Информация об авторах: Савельева Наталья Александровна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры неврологии и медицинской генетики, ПГМУ им. А. К. Е. А. Вагнера; адрес: 614990, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26.

Пальчик Александр Бейнусович, доктор медицинских наук, профессор

not have the communicative function. The mechanism of their emergence is endogenous and is associated with the activity of the central pattern generators. The philo- and ontogenetic significance of protophones consists in their ability to reflect the psychophysiological state of the infant and to add new opportunities of physical and emotional interaction through vocal practice. In addition, it is an obligatory pre-linguistic stage in the evolution of speech. It is possible that babbling develops not only, and maybe not so much, by imitation, but also as a self-organizing product of previous protophones. A further study of the variants of preverbal vocalizations is an urgent area of scientific research. The change in the acoustic characteristics of early vocalizations can be used as a tool for assessing and monitoring the state of health. The identification of typical and atypical acoustic patterns can contribute to the early diagnosis of deviant variants of developmental in children and the determination of the vector of formation of psycho-communicative functions in the future.

Keywords: preverbal vocalization, infants, central pattern generators, speech like sounds, protophones, behavioral state of the fetus.

Author's information: Savel'eva Natal'ya Aleksandrovna, Candidate of Medicine, Assistant Lecturer of Department of Neurology and Medical Genetics, Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner, Perm, Russia.

Pal'chik Aleksandr Beynusovich, Doctor of Medicine, Professor of De-

кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии, факультет послевузовского и дополнительного профессионального образования, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России; адрес: 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.

Калашникова Татьяна Павловна, доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии и медицинской генетики, ПГМУ им. Ак. Е. А. Вагнера; адрес: 614990, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26.

Для цитирования: Савельева, Н. А. Особенности довербальной вокализации у плодов и младенцев / Н. А. Савельева, А. Б. Пальчик, Т. П. Калашникова. — Текст : непосредственный // Специальное образование. — 2022. — № 2 (66). — С. 246-259.

Существуют различные определения понятия «вокализация».

Вокализацию (В.) в музыке рассматривают как упражнение в пении по нотам без текста, для обработки и развития голоса; в лингвистике — как переход согласного звука в гласный [3].

Медицинское определение В. подразумевает акт или процесс производства звуков посредством голоса или сам звук, который произнесен [36].

В соответствии с Оксфордским толковым словарем по психологии (2002), термин «вокализация» используют в следующих смыслах:

1) общее значение — использование голосового аппарата для произведения звуков. Это значе-

partment of Neonatology with Courses of Neurology and Obstetrics-Gynecology, Faculty of Further and Supplementary Education Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg of Russia.

Kalashnikova Tat'yana Pavlovna, Doctor of Medicine, Professor of Department of Neurology and Medical Genetics, Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner, Perm, Russia.

For citation: Savel'eva, N. A., Pal'chik, A. B., Kalashnikova, T. P. (2022). Specific Features of Preverbal Vocalizations in Fetuses and Infants. *Special Education*, 2(66), pp. 246-259. (In Russ.).

ние охватывает все типы звуков: подобные звукам языка и не подобные, издаваемые людьми (взрослыми или младенцами) и производимые другими биологическими видами;

2) специальное значение — производство *Homo sapiens* звуков, которые не являются компонентами истинного языка, например лепет младенцев;

3) производство звуков видом, отличным от *Homo sapiens*. Значение 1 может использоваться как синоним вербализации, значения 2 и 3 не следует использовать таким образом [1].

В. (как в фило-, так и онтогенезе) относится к одной из первичных форм нервной деятельности. Она обусловлена активно-

стью спланхнокраниальных и орофациальных мышц, которые играют важную артикуляционную роль в вокализации и речи. Как было экспериментально доказано, функция этих мышц регулируется центральными или эндогенными оромоторными паттерн-генераторами и связанными с ними нейронными сетями. Эти генераторы контролируют такое первичное поведение, как дыхание, сосание, облизывание и жевание [6].

В. имеет сложную структурную и временную организацию, что обусловлено иерархией автономных систем, включающих голосовые паттерны, генерацию последовательностей, диадические взаимодействия и, в зависимости от контекста, последовательное включение центральных паттерн-генераторов (ЦПГ: central pattern generator — CPG), внутренних приводов и сенсорных сигналов из окружающей среды. Подобная иерархия обнаружена в исследованиях на примере животных (игрунгов, певчих птиц и других позвоночных) [38].

Концепция ЦПГ, сформулированная Т. Грэхем-Брауном (Т. Graham-Brown) [14], и родственная ей теория эндогенных паттерн-генераторов Э. фон Хольста (E. von Holst) [15], постулируют наличие специфических нейронных сетей, которые эндогенно (без сенсорного и центрального влияния) продуцируют ритмические паттерны, генерируют моторные команды и обуславливают регуляцию различных функций — дыхания, глотания, спонтанных движений (генерализованные движения, потягивания, вздрагивания (startles), зевание). С позиций ЦПГ можно рассматривать и возникновение спонтанной В. у плода и младенца [2; 6].

В соответствии с данной концепцией, Х. Прехтль (H. F. R. Precht, 1998) [см.: 2] представил образную схему ЦПГ, как показано на рис. 1.

Последовательность формирования основных функций у эмбриона и, многие многие из которых обусловлены действием ЦПГ [11], показана в таблице 1.

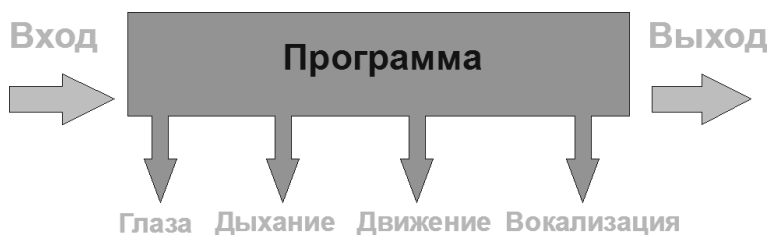


Рис. 1. Схема ЦПГ (по Н. F. R. Precht)

Таблица 1

Формирование основных функций у плода
(Herschkowitz N., 1988; Einspieler C. et al., 2012)

Функции	Срок формирования (недели гестации)
Нейрофибрилляция первичных эфферентных миобластов	4
Рефлекторный ответ на прикосновение	7
Startle (вздрагивание)	8
GMs (генерализованные движения)	8
Икота	9
Изолированное движение руки и/или ноги	9
Нерегулярные дыхательные движения	9
Позывы на мочеиспускание	9
Анте- и ретрофлексия головы	10
Поворот головы	10
Открытие рта (нижней челюсти)	11
Кисте-лицевой контакт	11
Stretch (потягивание)	12
Сжимание и разжимание пальцев	12
Зевание	12
Протрузия языка	13
Изолированное движение пальцами	13
Сосание — глотание	14
Временной паттерн двигательной активности	14
Координированные движения	16
Медленные движения глаз	16
Быстрые движения глаз	20
Цикличность двигательной активности	21
Blink (мигательный) рефлекс на виброакустическую стимуляцию	24
Латерализация положения головы	28
Формирование фаз сна	34
Регулярные дыхательные движения	35
Habituation (адаптация) к повторным вибротактильным стимулам	38

Учитывая, что сущность В. состоит в создании звуков, а производство В. осуществляется орофациальными мышцами, можно пред-

положить, что, в частности, икота, возникающая на 9 неделе гестации, является первым видом В. в широком понимании этого слова.

Поведенческие состояния плода, которые можно выделить на основании комбинированного ультразвукового и видеомониторинга, включают 4 категории:

1F — фетальный паттерн сердечного ритма А, отсутствие движений глаз, эпизодическая локомоция;

2F — фетальный паттерн сердечного ритма В, движения глаз, периодическая локомоция;

3F — фетальный паттерн сердечного ритма С, движения глаз, локомоция отсутствует;

4F — фетальный паттерн сердечного ритма D, движения глаз, постоянная локомоция [27].

Таким образом, В. не описана как особенность поведения у плодов данного гестационного возраста.

Возможность определять различные звуки, производимые плодом, была показана еще научным коллективом с участием Т. Исии (Т. Ishii et al., 1991), однако верификация характера и смысла этих звуков остается трудноразрешимой задачей [17].

Наиболее изучаемой формой В. в ante- и интранатальный периоды является крик или плач. Т. Хамфри (Т. Humphrey, 1978) показано наличие крика у плода 21—22 недели гестации [16], Д. Л. Джинграс и соавторы (J. L. Gin-gras et al., 2005) детально описали внутриутробный крик у плода женского пола в 33 недели геста-

ции, что позволило им предположить наличие еще одного поведенческого состояния плода — 5F [13].

Динамика поведенческих состояний развивается в соответствии с этапами внутриутробного развития младенца от 30 до 38 недель гестации. Отмечается большая стойкость этих состояний и преобладание сна при укорочении отдельных его фаз, большее соответствие фаз сна и ЭЭГ; начало сна REM-фазы и, наконец, различение 6 поведенческих состояний, свойственных новорожденному к 36—38 неделям гестации [12].

Поведенческие состояния новорожденного, классифицированные Х. Ф. Р. Прехтлем (H. F. R. Prechtl, 1974), включают в себя 4 основных показателя: дыхание, движение глаз, локомоцию и вокализацию.

Для состояния 1 характерны равномерное дыхание, закрытые глаза, отсутствие локомоции, за исключением startles, отсутствие вокализации (глубокий сон).

В состоянии 2 отмечено неравномерное дыхание, закрытые глаза, эпизодические движения, отсутствие вокализации (быстрый сон).

3 состояние характеризуется равномерным дыханием, открытыми глазами, отсутствием локомоции и вокализации (спокойное бодрствование).

Для состояния 4 свойственно неравномерное дыхание, открытые глаза, постоянная локомоция, отсутствие вокализации (активное бодрствование).

Состояние 5 определяют неравномерное дыхание, открытые глаза, постоянная локомоция, наличие вокализации, крика или плача (возбуждение).

Состояние 6 — это любое другое состояние (которое требуется описать при обследовании, сюда включаются медикаментозная депрессия, кома и т. д.) [33].

Следовательно, к моменту завершения доношенной беременности вокализация становится одним из основных показателей поведенческого состояния плода и новорожденного.

Предпринимаются попытки классифицировать В. младенцев. В наиболее утвердившейся классификации, предложенной Е. Х. Бударом и соавторами (Е. Н. Buder et al., 2013), основанной на полипараметрической акустической оценке, выделены рефлекторные звуки (reflexive sounds) и протофоны (protophones). Первые включают в себя В. дистресса (плач — cries, беспокойство — fusses), смех и физиологические (вегетативные) звуки (дыхание, отрыжка, кашель, сосание и т. д.).

Под протофонами, или речеподобными звуками, понимаются свободные В. — отдельные звуки, квазигласные (quasi-vowels),

визги (squeals), фырканье (gaspberries), рычание (growls) и т. д. Протофоны также включают в себя последовательности звуков, которые обозначаются как маргинальный лепет (marginal babbling) и, далее, канонический лепет (canonical babbling) [8].

В последнее время было разрушено мнение о доминировании крика у довербальных младенцев. Показано, что преобладающими в структуре вокализаций являются протофоны, превышающие количество криков по крайней мере в пять раз [26; 29].

Даже у младенцев, родившихся ранее 32 недели, находящихся в отделении интенсивной терапии, частота протофонов значительно превышает частоту криков. Доминирование протофонов в структуре В. не меняется в течение первого года жизни ребенка [28].

Возможно, стереотипные представления о преобладании плача в составе В. у грудных детей обусловлена его биологической значимостью по сравнению с протофонами, несмотря на их высокую встречаемость.

Д. К. Оллер и соавторы (D. K. Oller et al.) представили концепцию функциональной гибкости протофонов. Рефлекторные В. связаны с фиксированными аффектами. В то время как каждый тип протофона (например, визг или квазигласные) используется с раз-

личными эмоциональными валентностями в разных случаях, от положительной до нейтральной и отрицательной. Они могут выражать восторг, недовольство или просто интерес к самому звуку [29; 19].

Функциональная гибкость В. (vocal functional flexibility — VFF) является абсолютным требованием звуков разговорной речи, поскольку она отражает любое состояние эмоций или их отсутствие. Ряд исследователей считает развитие способности к VFF необходимым этапом эволюции речи [20].

Протофоны производятся в основном эндогенно. Об этом свидетельствует быстрота их возникновения, отсутствие внешних провокаторов. Подавляющее большинство протофонов не направлено ни на одного слушателя, даже когда воспитатели разговаривают с младенцами [24].

Дополнительным доказательством эндогенного возникновения протофонов является факт, что дети с врожденной тугоухостью производят протофоны со скоростью, сопоставимой с наблюдающейся у слышащих младенцев [9; 25; 18].

Важный вывод последних исследований заключается в обосновании нового взгляда на механизмы формирования канонического лепета. Не исключено, что лепет развивается не только, а

может быть и не столько путем имитации, но и как самоорганизующийся продукт предшествующих протофонов [10; 35].

Х. Л. Лонг и соавторы (H. L. Long et al.) при анализе более 6000 В., взятых из записей взаимодействия матери и младенца, продемонстрировали наличие заметной имитации менее чем в 5 % случаев. Способность к подражанию, безусловно, требуется для речевого развития. Однако не ясно, имеют ли подражательные действия доминирующее значение на первом году жизни [23].

Таким образом, при отсутствии способности производить протофоны развитие языка было бы невозможным [30; 21].

В отличие от протофонов, смех и плач генерируются значительно реже на первом году жизни, ситуационно зависимы, связаны в основном либо с социальной игрой или дистрессом, скорость их воспроизведения намного ниже, чем у протофонов. Смех и плач в младенчестве не демонстрируют VFF [5; 34]. В некоторых исследованиях показано, что смех формируются у большинства младенцев не раньше 5-го месяца. Лепет можно зафиксировать с 7-го месяца [4].

Эволюционное происхождение смеха и плача очевидно. Оба типа вокализации выражают определенные эмоциональные состояния и выполняют конкретные

функции. Плач сигнализирует о необходимости ухода, а смех — об игровой социальной связи. Млекопитающие, зависящие от материнской заботы, находящиеся под давлением естественного отбора, должны иметь возможность производить такие звуки в соответствии с внешними обстоятельствами. Оба вида В., а особенно плач, дают потенциальные преимущества для выживания.

В чем филогенетическое и онтогенетическое значение протофонов?

У протофонов, в отличие от крика и смеха, нет непосредственной социальной функции. Считается, что этот вид звучаний сигнализирует о состоянии благополучия младенца [31].

Вероятно, преобладающая функция протофонов должна основываться на преимуществах, которые не достигаются в непосредственном контексте их производства. Обсуждается, что собственная фонетическая система ребенка обеспечивается теми же мотивационно-эмоциональными механизмами, которые генерируют

исследование руками у других детенышей приматов. При этом звуки становятся объектами исследования и игры, указывают на хорошее самочувствие, информируют о здоровье младенцев даже тех взрослых, которые заняты чем-то другим поблизости, но бессознательно реагируют на характер В. [22].

Предполагается, что эндогенная генерация протофонов расширяет возможности физического и эмоционального взаимодействия с потенциальными союзниками и партнерами с помощью вокальной практики в процессе филогенеза и, соответственно, в процессе развития младенца [37].

Протофоны рассматриваются в качестве этапа прелингвистического развития и предпосылки формирования речи, поскольку они раскрывают развитие акустических особенностей звуков речи на более поздних этапах ее становления [7].

Таким образом, раннюю постнатальную динамику В. можно схематично представить, как показано на рис. 2 [32].

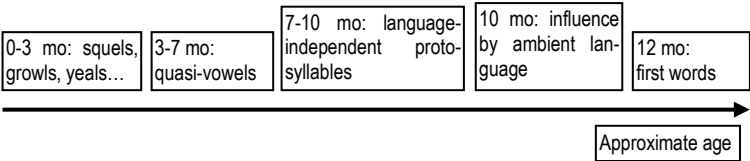


Рис. 2. Первый год развития вокализации младенца (D. K. Oller, 2000)

В заключение следует подчеркнуть, что В. является одним из основных поведенческих показателей состояния плода и новорожденного. Две категории В. у младенцев — рефлекторные звуки (физиологические, отражающие дистресс и смех) и протофоны — имеют свои акустические характеристики и онтогенетическое значение. Генерация протофонов является эндогенной, и их возникновение можно рассматривать с позиций активности ЦПГ. Учитывая одно из фундаментальных значений протофонов — сигнализировать о психофизиологическом благополучии довербального ребенка, изменение акустических характеристик ранних В. можно использовать в качестве инструмента для оценки и мониторинга состояния здоровья. Кроме того, ранние В. выступают в роли основополагающего этапа прелингвистического развития, служат основой формирования коммуникативных навыков и, впоследствии, речевой системы в целом. Дальнейшее изучение вариантов довербальных В. является актуальным направлением научных исследований в педиатрии и нейронауках. Выделение типичных и атипичных акустических паттернов В. может способствовать ранней диагностике девиантных вариантов развития у детей и определения на этой основе вектора формирования психоречевых функций.

Литература

1. Оксфордский толковый словарь по психологии / под ред. А. Ребера. — Москва : Вече : АСТ, 2002. — Текст : непосредственный.
2. Пальчик, А. Б. Лекции по неврологии развития / А. Б. Пальчик. — 5-е изд., доп. и перераб. — Москва : МЕД-пресс информ, 2021. — 472 с. — Текст : непосредственный.
3. Толковый словарь русского языка / под ред. Д. Н. Ушакова. — Москва : Гос. ин-т «Сов. энцикл.» : ОГИЗ : Гос. изд-во иностр. и нац. слов, 1935—1940. — Текст : непосредственный.
4. Acoustic Analyses of Developmental Changes and Emotional Expression in the Preverbal Vocalizations of Infants // J. Voice. — 2002. — Dec. — Vol. 16. — Iss. 4. — P. 509—529. — Text : unmediated. DOI 10.1016/s0892-1997(02)00127-3.
5. Addyman, C. The laughing baby: the extraordinary science behind what makes babies happy / C. Addyman. — London, UK : [s. n.], 2020. — Text : unmediated.
6. Barlow, S. M. Central pattern generators for orofacial movements and speech / S. M. Barlow, J. P. L. Radder, M. E. Radder, A. K. Radder. — Text : unmediated // Handbook of Behavioral Neuroscience / ed. S. M. Brudzynski. — London : Academic Press, 2010. — Vol. 19. — P. 351—369.
7. Beinum, F. J. K. Early stages in the development of speech movements / F. J. K. Beinum, J. V. D. Stelt. — Text : unmediated // Precursors of early speech / eds. B. Lindblom, R. Zetterstrom. — New York ; [s. n.], 1986. — P. 37—50.
8. Buder, E. H.. An acoustic phonetic catalog of prespeech vocalizations from a developmental perspective / E. H. Buder, A. S. Warlaumont, D. K. Oller, Peter [et al.]. — Text : unmediated // Comprehensive perspectives on child speech development and disorders: Pathways from linguistic theory to clinical practice. — Hauppauge, NY : NOVA, 2013.
9. Clement, C. J. Development of vocalizations in deaf and normally hearing infants : PhD thesis / Clement C. J., Amsterdam Center for Language and Communication. —

Amsterdam, The Netherlands : Netherlands Graduate School of Linguistics, 2004. — Text : unmediated.

10. Eilers, R. E. Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment / R. E. Eilers, D. K. Oller. — Text : unmediated // *J. Pediatr.* — 1994. — Iss. 124. — P. 199—203. — DOI 10.1016/S0022-3476(94)70303-5.

11. Einspieler, C. Fetal behaviour: a neuro-developmental approach / C. Einspieler, D. Prayer, H. F. R. Prechtl. — Text : unmediated // *Clinics in Developmental Medicine*. — London : McKeith Press, 2012. — № 189.

12. Fetal and Neonatal Physiology / ed. by R. A. Polin, S. H. Abman, D. Rowitch, W. E. Benitz. — 5th ed. — [S. l.] : Elsevier, 2017. — Text : unmediated.

13. Gingras, J. L. Fetal homologue of infant crying / J. L. Gingras, E. A. Mitchell, K. E. Grattan. — Text : unmediated // *Arch. Dis. Child Fetal Neonatal*. Ed. — 2005. — Iss. 90. — P. 415—418. — DOI 10.1136/adc.2004.062257.

14. Graham-Brown, T. The intrinsic factors in the act of progression in the mammal / T. Graham-Brown. — Text : unmediated // *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* — 1911. — Vol. 84. — Iss. 572. — P. 308—319.

15. Holst, E. Die relative Koordination als Phänomen und als Methode zentralnervöser Funktionsanalyse / E. Holst. — Text : unmediated // *Ergebnisse der Physiologie, biologischen Chemie und experimentellen Pharmakologie*. — 1939. — Vol. 42. — Iss. 1. — P. 228—306.

16. Humphrey, T. Function of the nervous system during prenatal life / T. Humphrey. — Text : unmediated // *Prenatal Physiology* / ed. U. Stave. — New York : Plenum, 1978. — P. 651—683.

17. Ishii, T. If the Fetus Can Vocalize, How Can We Detect It? / T. Ishii, S. Horiguchi, T. Kato, N. Watari [et al.]. — Text : unmediated // *Biol. Neonate*. — 1991. — Iss. 60. — P. 52—61. — DOI 10.1159/000251017.

18. Iyer, S. N. Prelinguistic vocal development in infants with typical hearing and infants with severe-to-profound hearing loss / S. N. Iyer, D. K. Oller. — Text : unmediated //

Volta Rev. — 2008. — Iss. 108. — P. 115—138. — DOI 10.17955/tvr.108.2.603.

19. Jhang, Y. Emergence of functional flexibility in infant vocalizations of the first 3 months / Y. Jhang, D. K. Oller. — Text : unmediated // *Front. Psychol.* — 2017. — Vol. 8. — Iss. 300. — DOI 10.3389/fpsyg.2017.00300.

20. Kimbrough, O. D. Research articles Protophones, the precursors to speech, dominate the human infant vocal landscape Long and / Oller D. Kimbrough, Gordon Ramsay, Edina Bene, Helen L. Long, Ulrike Griebel. — 2020. — Sept. 6. — DOI: doi.org/10.1098/rstb.2020.0255. — Text : electronic.

21. Lester, B. M. No language but a cry / B. M. Lester, C. F. Z. Boukydis. — Text : unmediated // *Nonverbal vocal communication* / eds. H. Papoušek, U. Jürgens, M. Papoušek. — New York, NY : Cambridge Univ. Pr., 1992. — P. 145—173.

22. Locke, J. L. Parental selection of vocal behavior: crying, cooing, babbling, and the evolution of language / J. L. Locke. — Text : unmediated // *Hum. Nat.* — 2006. — Jun. — Vol. 17. — Iss. 2. — P. 155—168. — DOI 10.1007/s12110-006-1015-x. ISI.

23. Long, H. L. Reliability of listener judgments of infant vocal imitation / H. L. Long, D. K. Oller, D. D. Bowman. — Text : unmediated // *Front. Psychol.* — 2019. — Iss. 10. — P. 1340. — DOI 10.3389/fpsyg.2019.01340. — (Crossref, PubMed).

24. Long, H. L. Social and non-social functions of infant vocalizations / H. L. Long [et al.]. — Text : electronic // *PLoS ONE*. — 2020. — No. 15, e0224956. — DOI 10.1371/journal.pone.0224956.

25. Moeller, M. P. Vocalizations of infants with hearing loss compared with infants with normal hearing: part I — phonetic development / M. P. Moeller [et al.]. — Text : unmediated // *Ear Hear.* — 2007. — Iss. 28. — P. 605—627. — DOI 10.1097/AUD.0b013e31812564ab.

26. Nathani, S. Assessing vocal development in infants and toddlers / S. Nathani, D. J. Ertmer, R. E. Stark. — Text : unmediated // *Clin. Linguist. Phon.* — 2006. —

No 20. — P. 351—369. — DOI 10.1080/02699200500211451.

27. Nijhuis, J. G. Are there behavioural states in human fetus? / J. G. Nijhuis, H. F. R. Prechtl, C. B. Martin, R. S. G. M. Bots. — Text : unmediated // *Early Human Development*. — 1982. — Iss. 6. — P. 177—195.

28. Oller, D. K. Preterm and full term infant vocalization and the origin of language / D. K. Oller [et al.]. — Text : unmediated // *Scient. Rep.* — 2019. — Iss. 9. — P. 14734. — DOI 10.1038/s41598-019-51352-0.

29. Oller, D. K. Functional flexibility of infant vocalization and the emergence of language / D. K. Oller, E. H. Buder, H. L. Ramsdell, A. S. Warlaumont [et al.]. — Text : unmediated // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. — 2013. — Vol. 110. — P. 6318—6632. — DOI 10.1073/pnas.1300337110.

30. Oller, D. K. Evolution of communication systems: a comparative approach / eds. D. K. Oller, U. Griebel. — Cambridge, MA : MIT Press, 2004. — Text : unmediated.

31. Oller, D. K. Contextual freedom in human infant vocalization and the evolution of language / D. K. Oller, U. Griebel. — Text : unmediated // *Evolutionary perspectives on human development* / eds. R. Burgess, K. MacDonald. — 2005. — P. 135—166. — DOI 10.4135/9781452233574.n5.

32. Oller, D. K. The Emergence of the Speech Capacity / D. K. Oller. — Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 2000. — ISBN 0-8058-2629-7. — Text : unmediated.

33. Prechtl, H. F. R. The behavioural states of the newborn infant (a review) / H. F. R. Prechtl. — Text : unmediated // *Brain Research*. — 1974. — Vol. 76. — № 2. — P. 185—212.

34. Sroufe, L. A. The development of laughter in the first year of life / L. A. Sroufe, J. Wunsch. — Text : unmediated // *Child Dev.* — 1972. — No 43. — P. 1326—1344. — DOI 10.2307/1127519.

35. Vinter, S. The analysis of babbling: a factor in the diagnosis of deafness? / S. Vinter. — Text : unmediated // *Approche Neuropsychol. Apprentiss. Infant.* — 1994. — No 6. — P. 232—238.

36. Webster's Dictionary of English Usage. — 1989. — 994 p. — Text : unmediated.

37. West-Eberhard, M.-J. Developmental plasticity and evolution / M.-J. West-Eberhard. — New York, NY : Oxford Univ. Pr., 2003. — Text : unmediated.

38. Zhang, Y. S. A Hierarchy of Autonomous Systems for Vocal Production / Y. S. Zhang, A. A. Ghazanfar. — Text : unmediated // *Trends in Neurosciences*. — 2020. — Febr. — Vol. 43. — No. 2. — P. 115—126.

References

1. Reber, A. (Ed.) (2002). *Oksfordskiy tolkovyy slovar' po psikhologii* [Oxford Dictionary of Psychology]. Moscow: Veche, AST. (In Russ.)

2. Pal'chik, A. B. (2021). *Lektsii po neurologii razvitiya* [Lectures on developmental neurology] (5th ed., supplemented and revised). Moscow: MED-press inform, 472 p. (In Russ.)

3. Ushakov, D. N. (Ed.) (1935—1940). *Explanatory dictionary of the Russian language* [Tolkovyy slovar' russkogo yazyka]. Moscow: Gos. in-t «Sov. entsikl.», OGIZ, Gos. izd-vo inostr. i nats. slov. (In Russ.)

4. J. Voice (2002). Acoustic Analyses of Developmental Changes and Emotional Expression in the Preverbal Vocalizations of Infants. *J. Voice*, 16(4), 509—529. DOI: 10.1016/s0892-1997(02)00127-3.

5. Addyman, C. (2020). *The laughing baby: the extraordinary science behind what makes babies happy*. London, UK.

6. Barlow, S. M., Radder, J. P. L., Radder, M. E., & Radder, A. K. (2010). Central pattern generators for orofacial movements and speech. In S. M. Brudzynski (Ed.), *Handbook of Behavioral Neuroscience* (Vol. 19, pp. 351—369). London: Academic Press.

7. Beinum, F. J. K., & Stelt, J. V. D. (1986). Early stages in the development of speech movements. In B. Lindblom, & R. Zetterstrom (Eds.), *Precursors of early speech* (pp. 37—50). New York.

8. Buder, E. H., Warlaumont, A. S., Oller, D. K., Peter, et al. (2013). An acoustic phonetic catalog of prespeech vocalizations from a developmental perspective. In *Comprehensive perspectives on child speech develop-*

ment and disorders: Pathways from linguistic theory to clinical practice. Hauppauge, NY : NOVA.

9. Clement, C. J. (2004). *Development of vocalizations in deaf and normally hearing infants* [PhD Thesis]. Amsterdam, The Netherlands: Netherlands Graduate School of Linguistics, Amsterdam Center for Language and Communication.

10. Eilers, R. E., & Oller, D. K. (1994). Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *J. Pediatr.*, 124, 199—203. DOI: 10.1016/S0022-3476(94)70303-5.

11. Einspieler, C., Prayer, D., & Precht H. F. R. (2012). Fetal behaviour: a neurodevelopmental approach. *Clinics in Developmental Medicine*, 189. London: McKeith Press.

12. Polin, R. A., Abman, S. H., Rowitch, D., & Benitz, W. E. (Eds.) (2017). *Fetal and Neonatal Physiology* (5th ed.). Elsevier.

13. Gingras, J. L., Mitchell, E. A., & Grat-tan, K. E. (2005). Fetal homologue of infant crying. *Arch. Dis. Child Fetal Neonatal.*, 90, 415—418. DOI: 10.1136/adc.2004.062257.

14. Graham-Brown, T. (1911). The intrinsic factors in the act of progression in the mam-mal. *Proc. R.Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 84(572), 308—319.

15. Holst, E. (1939). Die relative Koordination als Phänomen und als Methode zentral-nervöser Funktionsanalyse. *Ergebnisse der Physiologie, biologischen Chemie und exper-imentellen Pharmakologie*, 42(1), 228—306.

16. Humphrey, T. (1978). Function of the nervous system during prenatal life. In U. Stave (Ed.), *Prenatal Physiology* (pp. 651—683). New York: Plenum.

17. Ishii, T., Horiguchi, S., Kato, T., Watu-ri, N., et al. (1991). If the Fetus Can Vocalize, How Can We Detect It? *Biol. Neonate*, 60, 52—61. DOI: 10.1159/000251017.

18. Iyer, S. N., & Oller, D. K. (2008). Prelinguistic vocal development in infants with typical hearing and infants with severe-to-profound hearing loss. *Volta Rev.*, 108, 115—138. DOI: 10.17955/tvr.108.2.603.

19. Jhang, Y., & Oller, D. K. (2017). Emer-gence of functional flexibility in infant vo-

calizations of the first 3 months. *Front. Psychol.*, 8, 300. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00300.

20. Kimbrough, Oller D., Ramsay, Gordon, Bene, Edina, Long, Helen L., & Griebel, Ulrike (2020, Sept. 6). *Research articles Protophones, the precursors to speech, dom-inate the human infant vocal landscape.* doi.org/10.1098/rstb.2020.0255.

21. Lester, B. M., & Boukydis, C. F. Z. (1992). No language but a cry. In H. Pa-poušek, U. Jürgens, M. Papoušek (Eds.), *Nonverbal vocal communication* (pp. 145—173). New York, NY: Cambridge University Press.

22. Locke, J. L. (2006). Parental selection of vocal behavior: crying, cooing, babbling, and the evolution of language. *Hum. Nat.*, 17(2), 155—168. DOI: 10.1007/s12110-006-1015-x. ISI.

23. Long, H. L., Oller, D. K., & Bowman, D. D. (2019). Reliability of listener judgments of infant vocal imitation. *Front. Psychol.*, 10, 1340. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01340). Crossref, PubMed.

24. Long, H. L., et al. (2020). Social and non-social functions of infant vocalizations. *PLoS ONE* 15, e0224956. DOI: 10.1371/jour-nal.pone.0224956.

25. Moeller, M. P., et al. (2007). Vocaliza-tions of infants with hearing loss compared with infants with normal hearing: part I — pho-netic development. *Ear Hear.*, 28, 605—627. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31812564ab.

26. Nathani, S., Ertmer, D. J., & Stark, R. E. (2006). Assessing vocal development in infants and toddlers. *Clin. Linguist. Phon.*, 20, 351—369. DOI: 10.1080/02699200500211451.

27. Nijhuis, J. G., Precht, H. F. R., Martin, C. B., & Bots, R. S. G. M. (1982). Are there behav-ioural states in human fetus? *Early Human Development*, 6, 177—195.

28. Oller, D. K., et al. (2019). Preterm and full term infant vocalization and the origin of language. *Scient. Rep.*, 9, 14734. DOI: 10.1038/s41598-019-51352-0.

29. Oller, D. K., Buder, E. H., Ramsdell, H. L., Warlaumont, A. S., et al. (2013). Functional flexibility of infant vocalization and the

- emergence of language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 6318—6632. DOI: 10.1073/pnas.1300337110.
30. Oller, D. K., & Griebel, U. (Eds). (2004). *Evolution of communication systems: a comparative approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
31. Oller, D. K., & Griebel, U. (2005). Contextual freedom in human infant vocalization and the evolution of language. In R. Burgess, & K. MacDonald (Eds.), *Evolutionary perspectives on human development* (pp. 135—166). DOI: 10.4135/9781452233574.n5.
32. Oller, D. K. (2000). *The Emergence of the Speech Capacity*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. ISBN 0-8058-2629-7.
33. Prechtl, H. F. R. (1974). The behavioural states of the newborn infant (a review). *Brain Research*, 76(2), 185—212.
34. Sroufe, L. A., & Wunsch, J. (1972). The development of laughter in the first year of life. *Child Dev.*, 43, 1326—1344. DOI: 10.2307/1127519.
35. Vinter, S. (1994). The analysis of babbling: a factor in the diagnosis of deafness? *Approche Neuropsychol. Apprentiss. Enfant*, 6, 232—238.
36. Merriam-Webster (1989). *Webster's Dictionary of English Usage*, 994 p.
37. West-Eberhard, M.-J. (2003). *Developmental plasticity and evolution*. New York, NY: Oxford University Press.
38. Zhang, Y. S., & Ghazanfar, A. A. (2020). A Hierarchy of Autonomous Systems for Vocal Production. *Trends in Neurosciences*, 43(2), 115—126.