

А. У. Кудайбергенова<sup>1\*</sup>, Г. А. Мухамадиева<sup>1</sup>, А. А. Мустафин<sup>1</sup>, Р. Б. Жумабаев<sup>2</sup>

### ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ В СЛУХОРЕЧЕВОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ ПОСЛЕ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

<sup>1</sup>Кафедра ЛОР-болезней НАО «Медицинский университет Астана» (010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбітшілік, 49А; e-mail: mail@amu.kz)

<sup>2</sup>Кафедра политики и организации здравоохранения Казахского национального университета им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

**\*Асель Узеновна Кудайбергенова** – кафедра ЛОР-болезней НАО «Медицинский университет Астана»; 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбітшілік, 49А; e-mail: a.tapina30@gmail.com

Потеря слуха представляет собой наиболее распространенную форму сенсорной инвалидности среди детей по всему миру. Нормальный слух является важнейшим условием для полноценного социального и языкового развития детей, соответствующего их возрастным особенностям. Успешная слухоречевая реабилитация определяется как восстановление или приобретение слуха и речи пациентом. В качестве междисциплинарной задачи слухоречевая реабилитация детей, перенесших кохлеарную имплантацию, включает в себя ряд специфических аспектов.

Глубокое понимание этих аспектов не только повышает точность врачебных прогнозов, но и способствует выявлению факторов, подлежащих коррекции для достижения оптимальных результатов слухоречевой реабилитации в дальнейшем. Цель настоящего исследования заключается в анализе потенциальных факторов, которые могут оказывать влияние на результаты слухоречевой реабилитации детей, прошедших кохлеарную имплантацию.

**Ключевые слова:** глухота; потеря слуха; дети; кохлеарная имплантация; слухоречевая реабилитация

### ВВЕДЕНИЕ

Потеря слуха является наиболее распространенной сенсорной инвалидностью среди детей по всему миру. С момента появления кохлеарной имплантации (КИ) в конце 1970-х гг. все больше детей с глухотой или глубокой потерей слуха имеют возможность восстановить слух или обрести способность слышать.

Как и для любого инвазивного хирургического вмешательства, для КИ существуют показания, которые претерпели значительные изменения с течением времени. Они были определены в международном консенсусе в 1995 г. и обновлены в 2007 г. Во Франции руководство здравоохранения (HAS) пересмотрело эти показания в 2011 г., особенно в контексте двусторонней имплантации. Вопрос о вживлении второго кохлеарного импланта касается, главным образом, пациентов с глубокой двусторонней потерей слуха, которым была проведена КИ монолатерально до 2011 г., а также тех, кто страдает от асимметричной потери слуха с имплантом в сильно пораженном ухе и ухудшением слуха на противоположной стороне [1].

Влияние нарушений слуха, особенно глубокой потери слуха, требующей КИ, часто недооценено среди населения. Для детей нормальный слух является важным условием для гармоничного социального и языкового развития в со-

ответствии с возрастом [2]. Слух играет ключевую роль в вербальном общении и оказывает значительное влияние на социальную адаптацию. Нарушения слуха могут негативно сказываться на когнитивных функциях и способствовать социальной изоляции [3, 4].

Успешная слухоречевая реабилитация определяется как возобновление или приобретение слуха и речи пациентом. Этот процесс включает в себя обучение, которое длится несколько месяцев или лет, и состоит из нескольких этапов: начальной терапии, последующей реабилитации и последующего ухода. Начальная терапия (начальная настройка аудиопроцессора) обычно проводится специалистами, такими как аудиологи или сурдологи, и включает в себя установку индивидуальных параметров электростимуляции и интенсивности тока [5]. Последующая реабилитация проводится с применением амбулаторных или стационарных междисциплинарных методов, включая работу учителей, логопедов, аудиологов и врачей, и направлена на оптимизацию слуховых и речевых навыков [6, 7].

В ретроспективном когортном исследовании было установлено, что послеоперационная слухоречевая реабилитация с использованием кохлеарного импланта значительно улучшила разборчивость односложных тестовых слов при

уровне презентации 65 дБ (среднее улучшение составило 22,6%, SD 17,1%,  $n=1\ 650$ ;  $p<0,001$ ) [6]. Долгосрочное наблюдение после операции ориентировано на поддержание разборчивости слуха и речи, а также на техническую поддержку имплантата. Слухоречевая реабилитация также включает меры по социальной и профессиональной (ре) интеграции.

Как междисциплинарная задача, слухоречевая реабилитация детей после КИ имеет множество особых аспектов. Это особенно важно, поскольку процесс обучения слышать, понимать речь и говорить ограничен по времени в период роста ребенка и требует особого внимания [8].

За последние четыре десятилетия данные о послеоперационных результатах кохлеарной имплантации выявили широкий спектр переменных, которые, как известно, влияют на эффективность КИ и дальнейшую слухоречевую реабилитацию. Среди них выделяют следующие:

- *физиология и функции нейронных клеток, предоперационная функция* (возраст на момент КИ, длительность глухоты/слуховой депривации, уровень слуха и речевая работоспособность, слуховая нейропластичность, развитие слуховых путей);

- *коморбидность* (аутизм, слуховая нейропатия/слуховая диссинхрония);

- *хирургические проблемы* (ситуации связанные непосредственно с операцией по установке кохлеарного имплантата);

- *образовательная/реабилитационная среда* (способ общения, многоязычная или двуязычная среда, образовательные и реабилитационные услуги до и после КИ);

- *социальные факторы* (социально-экономический статус, ожидания и мотивация родителей/семьи).

Прогнозы постимплантационной эффективности должны быть адаптированы к каждому пациенту и основываться на всесторонней предоперационной оценке, с учетом сложного взаимодействия характеристик пациента и системы кохлеарного имплантата. Глубокое понимание этих факторов не только повышает точность прогнозов со стороны врача, но и может помочь выявить параметры, которые можно скорректировать для достижения наилучших результатов слухоречевой реабилитации в последующем.

**Физиология и функции нейронных клеток (возраст на момент имплантации, длительность глухоты/слуховой депривации, слуховая нейропластичность, развитие слуховых путей)**

Возраст на момент имплантации является переменной, которая, как показывают исследования, существенно влияет на результаты слухоречевой реабилитации у детей с кохлеарными имплантатами [9, 10, 11, 12].

КИ у детей младше 12 мес. продемонстрировала как краткосрочную, так и долгосрочную безопасность и эффективность. Оценка резуль-

татов у младенцев сопряжена с особыми трудностями, поскольку большинство тестов ориентированы на язык и не подходят для детей младше 1 г. Тем не менее, с использованием методологии, адаптированной под возрастные особенности, имеется некоторое количество исследований, подтверждающих улучшение слуховых и языковых показателей у детей, которым были установлены импланты до достижения возраста 12 месяцев [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

С помощью шкалы значимой слуховой интеграции младенцев и малышей (IT-MAIS) для оценки восприятия речи, Waltzman, Roland et al. предположили, что имплантация до достижения 1 года может помочь детям с глухотой развить их полный слуховой потенциал, который, в некоторых случаях, может быть близким к уровню нормально слышащих сверстников [13, 19]. Colletti et al. использовали категорию слуховой производительности (CAP; общая оценка слуховых воспринимающих способностей) в своем исследовании, охватывающем 10 детей младше 12 мес. [14]. Они выяснили, что результаты у детей, получивших имплант до 1 года, были лучше, чем у тех, кому он был имплантирован позже. В первоначальном отчете с участием 6 имплантированных младше 1 года Holt и Svirsky не обнаружили разницы между детьми, имплантированными в возрасте до 12 месяцев, и детьми, имплантированными в возрасте от 1 до 2 лет [17]. Однако последние данные этих исследователей, включая имплантированных в возрасте до 1 года ( $n=35$ ), предполагают значительное преимущество в областях восприятия речи по сравнению с группами с более поздней имплантацией [20]. Tajudeen et al. обнаружили преимущество ранней имплантации при сравнении детей того же возраста, но не при сравнении детей в то же время после имплантации. По этой причине они предположили, что сенситивный период для идентификации слов, вероятно, продолжается по крайней мере до 3 лет [20].

В своем исследовании AlSanosi и Hassan докладывают, что детям с прелингвальной тяжелой или глубокой глухотой, которым вживляют кохлеарный имплант до 5-го дня рождения, имеют лучшие результаты, чем их сверстники, которым вживляют кохлеарный имплант позже, в виде лучших слуховых навыков, способностей к восприятию речи и более высокого уровня владения языком, хотя это может быть менее очевидно в течение 2-летнего периода исследования [22].

Исследования показывают, что у подростков, получивших кохлеарный имплант, на результаты также влияют возраст имплантации и продолжительность глухоты. В исследовании 45 подростков, потерявших слух в долингвальном возрасте, со средним возрастом имплантации 13,5 лет (диапазон 11-18 лет) было установлено, что возраст имплантации, продолжитель-

ность глухоты и порог слышимости до операции оказывают влияние на результаты восприятия речи. У всех участников наблюдалось значительное улучшение по сравнению с результатами до операции [23].

Продолжительность глухоты остается одним из ключевых факторов, предсказывающих эффективность кохлеарных имплантов у пациентов с постлингвальной глухотой, согласно многоцентровому анализу результатов лечения 2 251 пациента [24]. Нейронная дегенерация и кросс-модальная пластичность, возникающие при длительной глухоте, объясняют плохие результаты восприятия речи [25, 26, 27]. В лишь нескольких исследованиях учитывалась продолжительность использования кохлеарного импланта [28].

Предоперационные уровни слуха и показатели восприятия речи влияют на послеоперационные показатели. У детей с постлингвальной глухотой с хорошими предоперационными показателями слуха и восприятия речи, как правило, лучшие результаты, хотя другие факторы, такие как технологии устройства и возраст на момент имплантации, могут оказывать более значительное влияние на конечные результаты. Niparko et al., Arisi et al. обнаружили, что предоперационный уровень слуха является одной из нескольких переменных, влияющих на показатели кохлеарной имплантации у детей и подростков с прелингвальной глухотой соответственно [21, 23].

Влияние продолжительности глухоты и возраста на эффективность КИ определяется показателем DURAGE [28, 29]. Он отражает соотношение между продолжительностью глухоты и количеством лет, когда слух был нормальным. DURAGE оказывает значительное влияние на результаты восприятия речи, независимо от продолжительности глухоты. Таким образом, несколько исследователей приходят к выводу, что чем дольше период жизни пациент провел с глухотой, тем хуже результаты восприятия речи с использованием кохлеарного импланта [30, 31].

### **Коморбидность (аутизм, слуховая нейропатия/слуховая диссинхрония, анатомические аномалии, менингит, синдром CHARGE)**

От 30 до 40% детей с нейросенсорной тугоухостью имеют сопутствующие нарушения, такие как когнитивные расстройства, проблемы с моторикой, нарушения зрения и расстройства поведенческого или эмоционального спектра [32]. Эти расстройства могут повлиять на эффективность кохлеарных имплантов. Они могут быть как врожденными, так и приобретенными, диагностироваться до, одновременно или после потери слуха, и варьироваться по степени тяжести. Значительная неоднородность этой группы пациентов, а также сложности в диагностике и оценке результатов, затрудняют точные прогнозы успеха после КИ. Несмотря на это, результаты после КИ, включая восприятие речи, развитие рецептивной и экспрессивной речи, социаль-

ное взаимодействие, осведомленность об окружающей среде и качество жизни, показывают, что КИ может принести значительную пользу пациентам с множественными нарушениями. В отношении навыков слухового восприятия речи, исследования подтверждают улучшение распознавания слов и речи после КИ у тех пациентов, которые могут пройти тестирование восприятия. Однако, по сравнению с детьми без сопутствующих нарушений, общие результаты восприятия речи были ниже, а темпы развития навыков – медленнее в группе с множественными нарушениями [33]. Хотя некоторые дети не достигли способности распознавать речь в открытом формате, КИ показала заметные улучшения в социальном взаимодействии и осведомленности об окружающей среде. Berrettini et al. описали 23 пациента после КИ, среди которых дети с сопутствующими диагнозами, такими как детский церебральный паралич, умственная отсталость, расстройства аутистического спектра, эпилепсия, синдром дефицита внимания и гиперактивности и нарушения обучения [33]. В целом, большинство пациентов продемонстрировали улучшение восприятия речи по сравнению с показателями до операции, а 53% из них достигли навыков распознавания речи в открытом формате. Результаты опроса родителей зафиксировали значительные улучшения после КИ: 100% родителей сообщили о повышении осведомленности о звуках окружающей среды, 96% отметили улучшение взаимодействия с ровесниками, а 74% указали на улучшение речевых навыков. Также процент пациентов, использующих устную речь, увеличился с 28 до 67% после операции [33]. Wiley et al. также зафиксировали улучшение качества жизни, сообщив о прогрессе в коммуникативных навыках, улучшении восприятия звуков окружающей среды и общем повышении внимательности и взаимодействия с окружающим миром [34].

Исследований, посвященных развитию языка у детей с кохлеарными имплантами и сопутствующими нарушениями, проведено меньше. Holt и Kirk выявили значительные лингвистические достижения у 69 детей с когнитивной поддержкой, хотя эти достижения были значительно ниже, чем у детей с кохлеарными имплантами без когнитивных нарушений [35]. Исследования Meinzen-Derr et al. осветили предоперационные предикторы развития языка, используя методику, адаптированную из шкалы развития Гезелла, невербальный когнитивный коэффициент (NVCQ) [36, 37]. Оба исследования показали, что NVCQ является самым сильным предсказателем развития языка после КИ. Известные предикторы, такие как возраст при диагностике потери слуха, возраст при имплантации и продолжительность имплантации, которые часто используются для предсказания результатов в общей детской популяции с кохлеарными имплантами, не оказались значимыми предсказателями эф-

фективности после КИ. Во втором исследовании исследователи сравнили 15 детей с нарушениями развития и кохлеарными имплантами с контрольными группами, подобранными по возрасту и NVCCQ, чтобы создать новую контрольную группу на основе оценок когнитивных способностей [37]. Группа с кохлеарными имплантами показала значительно более низкие результаты в рецептивной и экспрессивной речи по сравнению с контрольными группами соответствующего возраста и когнитивного уровня. Исследователи обнаружили, что задержки в развитии языка у этих детей были непропорциональны их когнитивным возможностям, что означает, что дети с кохлеарными имплантами не достигли языковых уровней, соответствующих их когнитивному потенциалу [37]. Это несоответствие между лингвистическими и когнитивными способностями стало новым открытием, которое может повлиять на терапевтические подходы. В частности, детям после КИ и сопутствующими нарушениями необходимы индивидуальные стратегии, такие как устройства для генерации речи или визуальные средства, для поддержки их языкового развития. Как и в предыдущих исследованиях, преимущества КИ были признаны в улучшении качества жизни, повышении осведомленности об окружающей среде и социальном взаимодействии.

Среди пациентов с кохлеарными имплантами и множественными нарушениями особое внимание стоит уделить двум состояниям: аутизму и слуховой нейропатии/слуховой диссинхронии. Исследования детей с аутизмом, после КИ, демонстрируют значительную вариабельность результатов причем некоторые исследования показывают минимальные улучшения в области речи и языка у этой группы [38]. Daneshi и Hsanzadeh сообщили о положительных изменениях в качестве жизни, таких как улучшенная реакция на звуки, более частые попытки вокализации, улучшенный зрительный контакт и большая осведомленность об окружающей среде, но отметили, что улучшения в коммуникативных навыках были незначительными [39]. Исследователи подчеркнули необходимость интенсивной реабилитации, специально адаптированной под данное расстройство, для достижения хотя бы минимальных улучшений. Это исследование и другие подтверждают важность должного предоперационного консультирования родителей относительно реалистичных ожиданий по освоению языка у пациентов с расстройством аутистического спектра.

#### **Хирургические проблемы (ситуации связанные непосредственно с операцией по установке кохлеарного импланта)**

Правильное размещение электродов является ключевым условием для достижения максимальной эффективности кохлеарного импланта. Несмотря на существование различных модификаций процедуры имплантации, основной целью

каждой операции является беспроблемная установка электродов в *scala tympani*. Неправильное или неидеальное расположение, поврежденные или изогнутые электроды могут привести к снижению эффективности работы импланта и плохим послеоперационным результатам, что может потребовать дополнительных или повторных операций. На процесс установки влияют различные факторы, включая анатомические аномалии, особенности конструкции электродной решетки и уровень квалификации хирурга. Хирургический опыт имеет большое значение для оптимального размещения электродов и минимизации осложнений, особенно у пациентов с врожденными аномалиями улитки, такими как общая полость, деформация Мондини или гипоплазия улитки. В анатомически сложных случаях знание и опыт в использовании рентгеноскопического наведения являются полезными, так как позволяют наблюдать процесс установки электродов в реальном времени [40]. Изгибы, перегибы, перевороты, чрезмерное введение и неправильное расположение в внутреннем слуховом проходе могут быть обнаружены и сразу исправлены. Опыт и навыки работы с различными типами электродных решеток, такими как прямой электрод или двойной массив, а также использование хирургических методов, таких как флюороскопия, играют ключевую роль в достижении оптимальной установки электрода и, соответственно, улучшении послеоперационных результатов при анатомически сложных улитках [40].

Вызванное менингитом кохлеарное окостенение или оссифицирующий лабиринтит могут быть результатом отосклероза, хронического среднего отита, ототоксичных агентов, травмы (включая ятрогенную), окклюзии лабиринтной артерии, ототоксичных лекарств, лейкемии, опухоли височной кости, вирусной инфекции, гранулематоза Вегенера и аутоиммунных и идиопатических процессов. У этих пациентов степень окостенения является важной переменной, влияющей на производительность. До 80% пациентов с окостенением имеют рентгенологические доказательства частичной или полной обструкции проксимального базального поворота, поэтому предоперационная визуализация важна при хирургическом планировании и выборе электрода [41].

Как и некоторые пациенты с менингитом, дети с синдромом CHARGE представляют собой пример сочетания анатомических аномалий с другими нарушениями. Этот синдром включает в себя колобому глаза (C), врожденные пороки сердца (H), атрезию или стеноз носовых хоан (A), задержку роста или развития и/или аномалии центральной нервной системы (R), гипоплазию половых органов (G) и аномалии уха или глухоту (E). Дети с синдромом CHARGE часто имеют различные слуховые нарушения и часто сталкиваются с кохлеовестибулярными аномалиями. Lanson et al. показали раз-

личную, но все же ограниченную слуховую пользу от кохлеарной имплантации, что было подтверждено с помощью рутинной аудиометрии и шкалы IT-MAIS у 10 пациентов с синдромом CHARGE [42].

### **Образовательная/реабилитационная среда (способ общения, многоязычная или двуязычная среда, образовательные и реабилитационные услуги до и после имплантации)**

Независимо от того, каким способом общения пользовались люди до операции, как взрослые, так и дети, после КИ, испытывают улучшения в восприятии речи после КИ. Исследования показывают, что те, кто преимущественно или исключительно использует устную речь до операции, достигают лучших результатов в тестах на понимание речи после КИ. Так как большинство глухих детей рождаются в семьях, где родители слышащие, они часто сталкиваются с ранним общением на основе устной речи.

Если в образовательной среде таких детей преобладает устная коммуникация, а не язык жестов, что возможно при их обучении в обычных классах, это способствует улучшению их результатов в восприятии речи и развитии как рецептивных, так и экспрессивных языковых навыков. Как уже упоминалось, тип и частота реабилитационных мероприятий после КИ существенно влияют на успехи, и индивидуальные образовательные планы являются важным инструментом для раскрытия потенциала детей с кохлеарными имплантами.

Воздействие многоязычной или двуязычной среды было исследовано как переменная, влияющая на усвоение языка. Ранние исследования показали, что успешное приобретение двуязычного владения языком у детей после КИ и не предполагали отрицательного влияния на производительность КИ [43]. Thomas et al. обнаружили, что воздействие второго языка не ухудшает усвоение основного языка (английского) у детей с монологической имплантацией [44]. Среди немецких детей, имплантированных до 6 лет, Teschendorf et al. и коллеги предположили, что речевые и языковые характеристики у пациентов, подвергавшихся воздействию дополнительных разговорных языков, были связаны с другими факторами, такими как соблюдение программы реабилитации/образования и поддержка родителей/семьи [45].

Zhumabayev et al. также предполагали, что двуязычная среда имеет положительное влияние на эффективность кохлеарной имплантации. Наряду с этим исследователи говорили о более широких семейных кругах, а также коллективный менталитет казахской культуры, которые улучшают эффективность реабилитации [46]. В целом, данные не подтверждают воздействие второго языка как отрицательную переменную, влияющую на производительность кохлеарного импланта.

### **Социальные факторы (социально-экономический статус, ожидания и мотивация родителей/семьи)**

Исследование взаимосвязи между социально-экономическим статусом (СЭС) и эффективностью КИ основано на работах с детьми с нормальным слухом, где СЭС является стабильным и надежным предсказателем навыков чтения [47]. Эпидемиологические данные о педиатрической кохлеарной имплантации в США показывают неравенство среди детей с разной этнической принадлежностью и СЭС, при этом дети из меньшинств с более низким СЭС имеют более высокие показатели нейросенсорной тугоухости, но их показатели после КИ пропорционально ниже [48, 49]. В проспективном исследовании по развитию языка после КИ Niparko et al. выявили связь между СЭС и результатами: дети с более высоким СЭС продемонстрировали лучшие улучшения в разговорной речи и понимании [21]. Более высокий доход семьи предсказывал лучшие исходные показатели языковой эффективности и больший прогресс со временем. Однако многомерный анализ уменьшил влияние дохода и выявил двусторонние связи между СЭС, уровнем образования матери и ее активным участием в коммуникации с ребенком. При сравнении пациентов с Medicaid и частной страховкой Chang et al. обнаружили, что более низкий СЭС связан с более высокими показателями послеоперационных осложнений, снижением соблюдения последующего наблюдения и более низкими показателями двусторонней имплантации [50]. Однако они отметили, что низкий СЭС не является барьером для доступа к процедуре кохлеарной имплантации. Эти данные, представляющие собой сложный многофакторный вопрос, показывают, что влияние СЭС на результаты должно быть тщательно интерпретировано в контексте других факторов, которые могут воздействовать на итоговый результат.

Кроме того, Gordon et al. продемонстрировали, что COVID-19 негативно повлиял на воздействие речи на детей, использующих кохлеарные импланты, при этом увеличив время в тишине [51]. Хотя стрессоры COVID-19 были в некоторой степени неисключительными, дети с более низким СЭС могли быть затронуты сильнее, поскольку в целом COVID-19 непропорционально нанес вред популяциям с более низким СЭС, о чем свидетельствуют более высокие показатели инфекций, медицинских осложнений и экономической напряженности [52, 53]. Таким образом, понимание влияния COVID-19 на использование кохлеарных имплантов среди детей из неблагополучных социально-экономических групп остается решающим, если имеется стремление бороться с различиями в развитии слуха и речи.

Мотивация и ожидания родителей и семьи являются важнейшими переменными, влияющими на результаты кохлеарной имплантации, и их

нельзя недооценивать. Как упоминалось ранее, Niparko et al. исследовали переменные вовлеченности матери в раннюю коммуникацию, наставничество родителей/опекунов и раннее воздействие устной речи и обнаружили положительные связи с языковыми показателями у детей после КИ [21]. Важность участия родителей или опекунов в послеоперационной реабилитации легко определить, но прямое влияние на результаты трудно количественно оценить. С практической точки зрения, соблюдение жестких графиков назначений послеоперационного программирования и постимплантационной реабилитации требует значительной приверженности родителей и семьи. Не менее важны соответствующие семейные ожидания относительно послеоперационной речи и освоения языка. Гибкость и понимание потенциального диапазона результатов и переменных темпов улучшения являются ключом к максимизации индивидуальных показателей кохлеарного импланта.

Имеющиеся в литературе данные о распространенности нарушений слуха в Казахстане среди детей скудны и противоречивы. Впервые оценка качества жизни детей после КИ в Казахстане была представлена группой ученых Zhutabayev et al. Инструментом оценки стал переведенный и адаптированный к культурным особенностям опросник SSIPP, который широко и повсеместно используется для оценки качества жизни детей после КИ во всем мире [46]. Также в исследовании, проведенном в Западно-Казахстанской области, оценивалась эффективность КИ у 12 детей с нейросенсорной тугоухостью IV степени. Результаты показали, что наибольшие успехи достигнуты у детей с высокой мотивацией родителей, ранним возрастом проведения операции и постоянным пребыванием в речевой среде [54].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Факторы, влияющие на эффективность КИ, разнообразны, взаимосвязаны и продолжают развиваться вместе с прогрессом в технологии имплантации и расширением критериев отбора кандидатов. Изучение этих факторов и их сложных взаимосвязей позволяет как врачам, так и пациентам глубже понять и адекватно оценивать результаты после КИ. Даже у одного имплантированного значение некоторых факторов может изменяться с возрастом, внедрением новых технологий или накоплением опыта использования кохлеарного импланта. Несмотря на впечатляющие результаты слухового восприятия у большинства имплантированных, значительная изменчивость в их показателях остается плохо изученной. Попытки объяснить эту изменчивость, особенно в случаях с неожиданно низкими результатами, сосредоточены на множестве упомянутых факторов. В ближайшие годы больший акцент на нейронной пластичности, когнитивных процессах и чувствительных периодах

для развития речи и языка, вероятно, приведет к лучшему пониманию факторов, влияющих на результаты КИ, а также позволит разработать более эффективные клинические вмешательства для пациентов с плохими результатами.

### Вклад авторов:

А. У. Кудайбергенова – концепция, дизайн исследования и сбор материала.

Г. А. Мухамадиева – обработка материала.

А. У. Кудайбергенова, А. А. Мустафин – написание текста.

Р. Б. Жумабаев – редактирование.

### Конфликт интересов:

Конфликт интересов не заявлен.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Baron S., Blanchard M., Parodi M., Rouillon I., Loundon N. Sequential bilateral cochlear implants in children and adolescents: Outcomes and prognostic factors. *European Annals of Otorhinolaryngology. Head and Neck Diseases*. 2019; 136 (2): 69-73.
2. Dazert S., Thomas J.P., Loth A., Zahnert T., Stöver T. Cochlear Implantation: Diagnosis, Indications, and Auditory Rehabilitation Results. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2020; 117 (41): 690-700. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0690>
3. Löhler J., Cebulla M., Shehata-Dieler W., Volkenstein S., Völter C., Walther L.E. Hearing Impairment in Old Age. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2019; 116 (17): 301-310. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0301>
4. Lin F.R., Albert M. Hearing loss and dementia – who is listening? *Aging & Mental Health*. 2014; 18 (6): 671-673.
5. Hoppe U., Liebscher T., Hornung J. Anpassung von Cochleaimplantatsystemen. *HNO*. 2017; 65 (7): 546-551.
6. Zeh R., Baumann U. Stationäre Rehabilitationsmaßnahmen bei erwachsenen CI-Trägern: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Dauer der Taubheit, Nutzungsdauer und Alter. *HNO*. 2015; 63 (8): 557-576.
7. Diller G. (Re)habilitation nach Versorgung mit einem Cochleaimplantat. *HNO*. 2009; 57 (7): 649-656.
8. Lopez-Higes R., Gallego C., Martin-Aragoneses M.T., Melle N. Morpho-Syntactic Reading Comprehension in Children With Early and Late Cochlear Implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 2015; 20 (2): 136-146.
9. Ching T.Y.C., Dillon H., Leigh G., Cupples L. Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *International Journal of Audiology*. 2018; 57 (2): 105-111. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1385865>
10. Ching T.Y.C., Dillon H., Marnane V., Hou S., Day J., Seeto M. Outcomes of Early- and Late-

Identified Children at 3 Years of Age: Findings From a Prospective Population-Based Study. *Ear & Hearing*. 2013; 34 (5): 535-552.

11. Dettman S.J., Dowell R.C., Abrahams Y., Davis A. Long-term Communication Outcomes for Children Receiving Cochlear Implants Younger Than 12 Months: A Multicenter Study. *Otol. Neurotol.* 2016; 37 (2): e82-95. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000915>

12. Leigh J.R., Dettman S.J., Dowell R.C. Evidence-based guidelines for recommending cochlear implantation for young children: Audiological criteria and optimizing age at implantation. *International Journal of Audiology*. 2016; 55 (2): 9-18. <https://doi.org/10.3109/14992027.2016.1157268>

13. Waltzman S.B., Roland J.T. Cochlear Implantation in Children Younger Than 12 Months. *Pediatrics*. 2005; 116 (4): 487-493.

14. Colletti V., Carner M., Miorelli V., Guida M., Colletti L., Fiorino F.G. Cochlear Implantation at under 12 months: Report on 10 Patients. *The Laryngoscope*. 2005; 115 (3): 445-449. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000157838.61497.e7>

15. Dettman S.J., Pinder D., Briggs R.J.S., Dowell R.C., Leigh J.R. Communication Development in Children Who Receive the Cochlear Implant Younger than 12 Months: Risks versus Benefits. *Ear & Hearing*. 2007; 28 (2): 11-18.

16. Tait M., De Raeve L., Nikolopoulos T.P. Deaf children with cochlear implants before the age of 1 year: Comparison of preverbal communication with normally hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2007; 71 (10): 1605-1611.

17. Holt R.F., Svirsky M.A. An Exploratory Look at Pediatric Cochlear Implantation: Is Earliest Always Best? *Ear & Hearing*. 2008; 29 (4): 492-511.

18. Miyamoto R.T., Hay-McCutcheon M.J., Iler Kirk K., Houston D.M., Bergeson-Dana T. Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study. *Acta Oto-Laryngologica*. 2008; 128 (4): 373-377. <https://doi.org/10.1080/00016480701785012>

19. Roland J.T., Cosetti M., Wang K.H., Immerman S., Waltzman S.B. Cochlear implantation in the very young child: Long-term safety and efficacy. *The Laryngoscope*. 2009; 119 (11): 2205-2210.

20. Tajudeen B.A., Waltzman S.B., Jethanamest D., Svirsky M.A. Speech Perception in Congenitally Deaf Children Receiving Cochlear Implants in the First Year of Life. *Otology & Neurotology*. 2010; 31 (8): 1254-1260.

21. Niparko J.K. Spoken Language Development in Children Following Cochlear Implantation. *JAMA*. 2010; 303 (15): 1498.

22. AlSanosi A., Hassan S.M. The effect of age at cochlear implantation outcomes in Saudi children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014; 78 (2): 272-276.

23. Arisi E., Forti S., Pagani D., Todini L., Torretta S., Ambrosetti U. Cochlear implantation in

adolescents with prelinguistic deafness. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2010; 142 (6): 804-808. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.02.016>

24. Blamey P., Artieres F., Başkent D., Bergeron F., Beynon A., Burke E. Factors Affecting Auditory Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: An Update with 2251 Patients. *Audiol. Neurotol.* 2013; 18 (1): 36-47. <https://doi.org/10.1159/000343189>

25. Han J.H., Lee H.J., Kang H., Oh S.H., Lee D.S. Brain Plasticity Can Predict the Cochlear Implant Outcome in Adult-Onset Deafness. *Front Hum. Neurosci.* 2019; 13: 38. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00038/full>

26. Snel-Bongers J., Briare J.J., Van Der Veen E.H., Kalkman R.K., Frijns J.H.M. Threshold Levels of Dual Electrode Stimulation in Cochlear Implants. *JARO*. 2013; 14 (5): 781-790. <https://doi.org/10.1007/s10162-013-0395-y>

27. Kral A. Auditory critical periods: A review from system's perspective. *Neuroscience*. 2013; 247: 117-133.

28. Bernhard N., Gauger U., Romo Ventura E., Uecker F.C., Olze H., Knopke S. Duration of deafness impacts auditory performance after cochlear implantation: A meta-analysis. *Laryngoscope Investig. Oto.* 2021; 6 (2): 291-301. <https://doi.org/10.1002/lio2.528>

29. Poels L., Zarowski A., Leblans M., Vanspauwen R., Van Dinther J., Offeciers E. Prognostic Value of Trial Round Window Stimulation for Selection of Candidates for Cochlear Implantation as Treatment for Tinnitus. *JCM*. 2021; 10 (17): 3793.

30. Hirschfelder A., Gräbel S., Olze H. The impact of cochlear implantation on quality of life: The role of audiology performance and variables. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2008; 138 (3): 357-362. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2007.10.019>

31. Leung J., Wang N.Y., Yeagle J.D., Chinnici J., Bowditch S., Francis H.W., Niparko J.K. Predictive models for cochlear implantation in elderly candidates. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2005; 131 (12): 1049-1054. <https://doi.org/10.1001/archotol.131.12.1049>

32. Chilosi A.M., Comparini A., Scusa M.F., Berrettini S., Forli F., Battini R. Neurodevelopmental disorders in children with severe to profound sensorineural hearing loss: a clinical study. *Develop. Med. Child. Neuro.* 2010; 52 (9): 856-862. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03621.x>

33. Berrettini S., Forli F., Genovese E., Santarelli R., Arslan E., Maria Chilosi A. Cochlear implantation in deaf children with associated disabilities: Challenges and outcomes. *International Journal of Audiology*. 2008; 47 (4): 199-208. <https://doi.org/10.1080/14992020701870197>

34. Wiley S., Jahnke M., Meinzen-Derr J., Choo D. Perceived qualitative benefits of cochlear implants in children with multi-handicaps. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2005; 69 (6): 791-798.

35. Holt R.F., Kirk K.I. Speech and Language Development in Cognitively Delayed Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing*. 2005; 26 (2): 132-148.
36. Meinzen-Derr J., Wiley S., Grether S., Choo D.I. Language performance in children with cochlear implants and additional disabilities. *The Laryngoscope*. 2010; 120 (2): 405-413.
37. Meinzen-Derr J., Wiley S., Grether S., Choo D.I. Children with cochlear implants and developmental disabilities: A language skills study with developmentally matched hearing peers. *Research in Developmental Disabilities*. 2011; 32 (2): 757-767.
38. Donaldson A.I., Heavner K.S., Zwolan T.A. Measuring Progress in Children With Autism Spectrum Disorder Who Have Cochlear Implants. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2004; 130 (5): 666.
39. Daneshi A., Hassanzadeh S. Cochlear implantation in prelingually deaf persons with additional disability. *J. Laryngol. Otol*. 2007; 121 (7): 635-638.
40. Coelho D.H., Waltzman S.B., Roland J.T. Implanting Common Cavity Malformations Using Intraoperative Fluoroscopy. *Otology & Neurotology*. 2008; 29 (7): 914-919.
41. Jackler R.K., Luxford W.M., Schindler R.A., McKerrow W.S. Cochlear patency problems in cochlear implantation. *Laryngoscope*. 1987; 97 (7): 801-805.
42. Lanson B.G., Green J.E., Roland J.T., Lalwani A.K., Waltzman S.B. Cochlear Implantation in Children With CHARGE Syndrome: Therapeutic Decisions and Outcomes. *The Laryngoscope*. 2007; 117 (7): 1260-1266. <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e31806009c9>
43. Waltzman S.B., Robbins A.M., Green J.E., Cohen N.L. Second Oral Language Capabilities in Children with Cochlear Implants. *Otology & Neurotology*. 2003; 24 (5): 757-763.
44. Thomas E., El-Kashlan H., Zwolan T.A. Children With Cochlear Implants Who Live in Monolingual and Bilingual Homes. *Otology & Neurotology*. 2008; 29 (2): 230-234.
45. Teschendorf M., Janeschik S., Bagus H., Lang S., Arweiler-Harbeck D. Speech Development After Cochlear Implantation in Children From Bilingual Homes. *Otology & Neurotology*. 2011; 32 (2): 229-235.
46. Zhumabayev R., Zhumabayeva G., Kapanova G., Tulepbekova N., Akhmetzhan A., Grijbovski A. Quality of life in children with cochlear implants in Kazakhstan. *BMC Pediatr*. 2022; 22 (1): 194.
47. Connor C.M., Zwolan T.A. Examining multiple sources of influence on the reading comprehension skills of children who use cochlear implants. *J. Speech Lang. Hear Res*. 2004; 47 (3): 509-526. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/040\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/040))
48. Stern R.E., Yueh B., Lewis C., Norton S., Sie K.C.Y. Recent Epidemiology of Pediatric Cochlear Implantation in the United States: Disparity Among Children of Different Ethnicity and Socioeconomic Status. *The Laryngoscope*. 2005; 115 (1): 125-131. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000150698.61624.3c>
49. Mehra S., Eavey R.D., Keamy D.G. The epidemiology of hearing impairment in the United States: Newborns, children, and adolescents. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2009; 140 (4): 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2008.12.022>
50. Chang D.T., Ko A.B., Murray G.S., Arnold J.E., Megerian C.A. Lack of Financial Barriers to Pediatric Cochlear Implantation: Impact of Socioeconomic Status on Access and Outcomes. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2010; 136 (7): 648.
51. Gordon K.A., Daien M.F., Negandhi J., Blakeman A., Ganek H., Papsin B. Exposure to Spoken Communication in Children With Cochlear Implants During the COVID-19 Lockdown. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2021; 147 (4): 368.
52. Geranios K., Kagabo R., Kim J. Impact of COVID-19 and Socioeconomic Status on Delayed Care and Unemployment. *Health Equity*. 2022; 6 (1): 91-97. <https://doi.org/10.1089/heq.2021.0115>
53. Busch T., Vermeulen A., Langereis M., Vanpoucke F., Van Wieringen A. Cochlear Implant Data Logs Predict Children's Receptive Vocabulary. *Ear & Hearing*. 2020; 41 (4): 733-746.
54. Kazimova Sh. T. Experience of efficiency evaluation of cochlear implantation in children in the West Kazakhstan region. *West Kazakhstan Medical Journal*. 2010; 2 (26): 47-48.

#### ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ

1. Baron S., Blanchard M., Parodi M., Rouillon I., Loundon N. Sequential bilateral cochlear implants in children and adolescents: Outcomes and prognostic factors. *European Annals of Otorhinolaryngology. Head and Neck Diseases*. 2019; 136 (2): 69-73.
2. Dazert S., Thomas J.P., Loth A., Zahnert T., Stöver T. Cochlear Implantation: Diagnosis, Indications, and Auditory Rehabilitation Results. *Dtsch. Arztebl. Int*. 2020; 117 (41): 690-700. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0690>
3. Löhler J., Cebulla M., Shehata-Dieler W., Volkenstein S., Völter C., Walther L.E. Hearing Impairment in Old Age. *Dtsch. Arztebl. Int*. 2019; 116 (17): 301-310. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0301>
4. Lin F.R., Albert M. Hearing loss and dementia – who is listening? *Aging & Mental Health*. 2014; 18 (6): 671-673.
5. Hoppe U., Liebscher T., Hornung J. Anpassung von Cochleaimplantatsystemen. *HNO*. 2017; 65 (7): 546-551.
6. Zeh R., Baumann U. Stationäre Rehabilitationsmaßnahmen bei erwachsenen CI-Trägern: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Dauer der Taubheit, Nutzungsdauer und Alter. *HNO*. 2015; 63 (8): 557-576.



7. Diller G. (Re)habilitation nach Versorgung mit einem Kochleaimplantat. *HNO*. 2009; 57 (7): 649-656.
8. Lopez-Higes R., Gallego C., Martin-Aragnones M.T., Melle N. Morpho-Syntactic Reading Comprehension in Children With Early and Late Cochlear Implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 2015; 20 (2): 136-146.
9. Ching T.Y.C., Dillon H., Leigh G., Cupples L. Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *International Journal of Audiology*. 2018; 57 (2): 105-111. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1385865>
10. Ching T.Y.C., Dillon H., Marnane V., Hou S., Day J., Seeto M. Outcomes of Early- and Late-Identified Children at 3 Years of Age: Findings From a Prospective Population-Based Study. *Ear & Hearing*. 2013; 34 (5): 535-552.
11. Dettman S.J., Dowell R.C., Abrahams Y., Davis A. Long-term Communication Outcomes for Children Receiving Cochlear Implants Younger Than 12 Months: A Multicenter Study. *Otol. Neurotol*. 2016; 37 (2): e82-95. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000915>
12. Leigh J.R., Dettman S.J., Dowell R.C. Evidence-based guidelines for recommending cochlear implantation for young children: Audiological criteria and optimizing age at implantation. *International Journal of Audiology*. 2016; 55 (2): 9-18. <https://doi.org/10.3109/14992027.2016.1157268>
13. Waltzman S.B., Roland J.T. Cochlear Implantation in Children Younger Than 12 Months. *Pediatrics*. 2005; 116 (4): 487-493.
14. Colletti V., Carner M., Miorelli V., Guida M., Colletti L., Fiorino F.G. Cochlear Implantation at under 12 months: Report on 10 Patients. *The Laryngoscope*. 2005; 115 (3): 445-449. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000157838.61497.e7>
15. Dettman S.J., Pinder D., Briggs R.J.S., Dowell R.C., Leigh J.R. Communication Development in Children Who Receive the Cochlear Implant Younger than 12 Months: Risks versus Benefits. *Ear & Hearing*. 2007; 28 (2): 11-18.
16. Tait M., De Raeve L., Nikolopoulos T.P. Deaf children with cochlear implants before the age of 1 year: Comparison of preverbal communication with normally hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2007; 71 (10): 1605-1611.
17. Holt R.F., Svirsky M.A. An Exploratory Look at Pediatric Cochlear Implantation: Is Earliest Always Best? *Ear & Hearing*. 2008; 29 (4): 492-511.
18. Miyamoto R.T., Hay-McCutcheon M.J., Iler Kirk K., Houston D.M., Bergeson-Dana T. Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study. *Acta Oto-Laryngologica*. 2008; 128 (4): 373-377. <https://doi.org/10.1080/00016480701785012>
19. Roland J.T., Cosetti M., Wang K.H., Immerman S., Waltzman S.B. Cochlear implantation in the very young child: Long-term safety and efficacy. *The Laryngoscope*. 2009; 119 (11): 2205-2210.
20. Tajudeen B.A., Waltzman S.B., Jethanamest D., Svirsky M.A. Speech Perception in Congenitally Deaf Children Receiving Cochlear Implants in the First Year of Life. *Otology & Neurotology*. 2010; 31 (8): 1254-1260.
21. Niparko J.K. Spoken Language Development in Children Following Cochlear Implantation. *JAMA*. 2010; 303 (15): 1498.
22. AlSanosi A., Hassan S.M. The effect of age at cochlear implantation outcomes in Saudi children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014; 78 (2): 272-276.
23. Arisi E., Forti S., Pagani D., Todini L., Torretta S., Ambrosetti U. Cochlear implantation in adolescents with prelinguistic deafness. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2010; 142 (6): 804-808. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.02.016>
24. Blamey P., Artieres F., Başkent D., Bergeron F., Beynon A., Burke E. Factors Affecting Auditory Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: An Update with 2251 Patients. *Audiol. Neurotol*. 2013; 18 (1): 36-47. <https://doi.org/10.1159/000343189>
25. Han J.H., Lee H.J., Kang H., Oh S.H., Lee D.S. Brain Plasticity Can Predict the Cochlear Implant Outcome in Adult-Onset Deafness. *Front Hum. Neurosci*. 2019; 13: 38. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00038/full>
26. Snel-Bongers J., Briare J.J., Van Der Veen E.H., Kalkman R.K., Frijns J.H.M. Threshold Levels of Dual Electrode Stimulation in Cochlear Implants. *JARO*. 2013; 14 (5): 781-790. <https://doi.org/10.1007/s10162-013-0395-y>
27. Kral A. Auditory critical periods: A review from system's perspective. *Neuroscience*. 2013; 247: 117-133.
28. Bernhard N., Gauger U., Romo Ventura E., Uecker F.C., Olze H., Knopke S. Duration of deafness impacts auditory performance after cochlear implantation: A meta-analysis. *Laryngoscope Investig. Oto*. 2021; 6 (2): 291-301. <https://doi.org/10.1002/lio2.528>
29. Poels L., Zarowski A., Leblans M., Vanspauwen R., Van Dinther J., Offeciers E. Prognostic Value of Trial Round Window Stimulation for Selection of Candidates for Cochlear Implantation as Treatment for Tinnitus. *JCM*. 2021; 10 (17): 3793.
30. Hirschfelder A., Gräbel S., Olze H. The impact of cochlear implantation on quality of life: The role of audiologic performance and variables. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2008; 138 (3): 357-362. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2007.10.019>
31. Leung J., Wang N.Y., Yeagle J.D., Chinnici J., Bowditch S., Francis H.W., Niparko J.K. Predictive models for cochlear implantation in elderly candidates. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg*. 2005; 131 (12): 1049-1054. <https://doi.org/10.1001/archotol.131.12.1049>
32. Chilosi A.M., Comparini A., Scusa M.F., Berrettini S., Forli F., Battini R. Neurodevelopmental

disorders in children with severe to profound sensorineural hearing loss: a clinical study. *Develop. Med. Child. Neuro.* 2010; 52 (9): 856-862. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03621.x>

33. Berrettini S., Forli F., Genovese E., Santarelli R., Arslan E., Maria Chilosi A. Cochlear implantation in deaf children with associated disabilities: Challenges and outcomes. *International Journal of Audiology.* 2008; 47 (4): 199-208. <https://doi.org/10.1080/14992020701870197>

34. Wiley S., Jahnke M., Meinzen-Derr J., Choo D. Perceived qualitative benefits of cochlear implants in children with multi-handicaps. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 2005; 69 (6): 791-798.

35. Holt R.F., Kirk K.I. Speech and Language Development in Cognitively Delayed Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing.* 2005; 26 (2): 132-148.

36. Meinzen-Derr J., Wiley S., Grether S., Choo D.I. Language performance in children with cochlear implants and additional disabilities. *The Laryngoscope.* 2010; 120 (2): 405-413.

37. Meinzen-Derr J., Wiley S., Grether S., Choo D.I. Children with cochlear implants and developmental disabilities: A language skills study with developmentally matched hearing peers. *Research in Developmental Disabilities.* 2011; 32 (2): 757-767.

38. Donaldson A.I., Heavner K.S., Zwolan T.A. Measuring Progress in Children With Autism Spectrum Disorder Who Have Cochlear Implants. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2004; 130 (5): 666.

39. Daneshi A., Hassanzadeh S. Cochlear implantation in prelingually deaf persons with additional disability. *J. Laryngol. Otol.* 2007; 121 (7): 635-638.

40. Coelho D.H., Waltzman S.B., Roland J.T. Implanting Common Cavity Malformations Using Intraoperative Fluoroscopy. *Otology & Neurotology.* 2008; 29 (7): 914-919.

41. Jackler R.K., Luxford W.M., Schindler R.A., McKerrow W.S. Cochlear patency problems in cochlear implantation. *Laryngoscope.* 1987; 97 (7): 801-805.

42. Lanson B.G., Green J.E., Roland J.T., Lalwani A.K., Waltzman S.B. Cochlear Implantation in Children With CHARGE Syndrome: Therapeutic Decisions and Outcomes. *The Laryngoscope.* 2007; 117 (7): 1260-1266. <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e31806009c9>

43. Waltzman S.B., Robbins A.M., Green J.E., Cohen N.L. Second Oral Language Capabilities in Children with Cochlear Implants. *Otology & Neurotology.* 2003; 24 (5): 757-763.

44. Thomas E., El-Kashlan H., Zwolan T.A. Children With Cochlear Implants Who Live in Monolingual and Bilingual Homes. *Otology & Neurotology.* 2008; 29 (2): 230-234.

45. Teschendorf M., Janeschik S., Bagus H., Lang S., Arweiler-Harbeck D. Speech Development After Cochlear Implantation in Children From Bilingual Homes. *Otology & Neurotology.* 2011; 32 (2): 229-235.

46. Zhumabayev R., Zhumabayeva G., Kapanova G., Tulepbekova N., Akhmetzhan A., Grijbovski A. Quality of life in children with cochlear implants in Kazakhstan. *BMC Pediatr.* 2022; 22 (1): 194.

47. Connor C.M., Zwolan T.A. Examining multiple sources of influence on the reading comprehension skills of children who use cochlear implants. *J. Speech Lang. Hear Res.* 2004; 47 (3): 509-526. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/040\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/040))

48. Stern R.E., Yueh B., Lewis C., Norton S., Sie K.C.Y. Recent Epidemiology of Pediatric Cochlear Implantation in the United States: Disparity Among Children of Different Ethnicity and Socioeconomic Status. *The Laryngoscope.* 2005; 115 (1): 125-131. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000150698.61624.3c>

49. Mehra S., Eavey R.D., Keamy D.G. The epidemiology of hearing impairment in the United States: Newborns, children, and adolescents. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2009; 140 (4): 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2008.12.022>

50. Chang D.T., Ko A.B., Murray G.S., Arnold J.E., Megerian C.A. Lack of Financial Barriers to Pediatric Cochlear Implantation: Impact of Socioeconomic Status on Access and Outcomes. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2010; 136 (7): 648.

51. Gordon K.A., Daien M.F., Negandhi J., Blakeman A., Ganek H., Papsin B. Exposure to Spoken Communication in Children With Cochlear Implants During the COVID-19 Lockdown. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2021; 147 (4): 368.

52. Geranios K., Kagabo R., Kim J. Impact of COVID-19 and Socioeconomic Status on Delayed Care and Unemployment. *Health Equity.* 2022; 6 (1): 91-97. <https://doi.org/10.1089/heq.2021.0115>

53. Busch T., Vermeulen A., Langereis M., Vanpoucke F., Van Wieringen A. Cochlear Implant Data Logs Predict Children's Receptive Vocabulary. *Ear & Hearing.* 2020; 41 (4): 733-746.

54. Kazimova Sh. T. Experience of efficiency evaluation of cochlear implantation in children in the West Kazakhstan region. *West Kazakhstan Medical Journal.* 2010; 2 (26): 47-48.

Поступила 06.03.2025

Направлена на доработку 11.04.2025

Принята 19.06.2025

Опубликована online 30.12.2025

A. U. Kudaibergenova<sup>1\*</sup>, G. A. Mukhamadieva<sup>1</sup>, A. A. Mustafin<sup>1</sup>, R. B. Zhumabayev<sup>2</sup>

### PROGNOSTIC PARAMETERS IN AUDITORY-SPEECH REHABILITATION OF CHILDREN AFTER COCHLEAR IMPLANTATION

<sup>1</sup>Department of ENT Diseases, Astana Medical University NC JSC (010000, Republic of Kazakhstan, Astana c., Beibitshilik str. 49A; e-mail: mail@amu.kz)

<sup>2</sup>Department of Health Policy and Organization of Al-Farabi Kazakh National University (050040, Republic of Kazakhstan, Almaty c., Al-Farabi ave., 71; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

---

**\*Assel Uzenovna Kudaibergenova** – department of ENT Diseases, Astana Medical University NC JSC; 010000, Republic of Kazakhstan, Astana c., Beibitshilik str. 49A; e-mail: a.tapina30@gmail.com

---

Hearing loss is the most common form of sensory disability among children worldwide. Normal hearing is essential for the full social and linguistic development of children corresponding to their age-appropriate characteristics. Successful auditory and verbal rehabilitation is defined as the restoration or acquisition of hearing and speech by a patient. As an interdisciplinary task, auditory and verbal rehabilitation of children who have undergone cochlear implantation (CI) includes a number of specific aspects.

A thorough understanding of these aspects improves not only the accuracy of medical prognosis, but also helps to identify factors that need to be corrected to achieve optimal results of auditory and verbal rehabilitation in the future. The aim of this study is to analyze potential factors that may influence the results of auditory and verbal rehabilitation of children who have undergone CI.

*Key words:* deafness; hearing loss; children; cochlear implantation; auditory-speech rehabilitation

A. У. Кудайбергенова<sup>1\*</sup>, Г. А. Мухамадиева<sup>1</sup>, А. А. Мустафин<sup>1</sup>, Р. Б. Жумабаев<sup>2</sup>

### КОХЛЕАРЛЫҚ ИМПЛАНТАЦИЯДАН КЕЙІНГІ БАЛАЛАРДЫ ЕСТУ СӨЙЛЕУДІ ОҢАЛТУДАҒЫ БОЛЖАМДЫ ПАРАМЕТРЛЕР

<sup>1</sup>«Астана медицина университеті» КеАҚ ЛОР-аурулары кафедрасы (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік к-сі, 49А; e-mail: mail@amu.kz)

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті денсаулық сақтау саясаты және ұйымдастыру кафедрасы (050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Әл-Фараби даң., 71/23; e-mail: info@kaznu.edu.kz)

---

**\*Асель Узеновна Кудайбергенова** – «Астана медицина университеті» КеАҚ ЛОР-аурулары кафедрасы; 010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Бейбітшілік к-сі, 49А; e-mail: a.tapina30@gmail.com

---

Есту қабілетінің жоғалуы бүкіл әлемдегі балалар арасында сенсорлық мүгедектіктің ең көп таралған түрі болып табылады. Қалыпты есту балалардың жас ерекшеліктеріне сәйкес келетін толыққанды әлеуметтік және тілдік дамуының маңызды шарты болып табылады. Сәтті есту-сөйлеуді қалпына келтіру пациенттің есту және сөйлеу қабілетін қалпына келтіру немесе алу ретінде анықталады. Пәнаралық міндет ретінде кохлеарлық имплантациядан (КИ) өткен балаларды есту-сөйлеуді оңалту бірқатар нақты аспектілерді қамтиды.

Осы аспектілерді терең түсіну дәрігерлік болжамдардың дәлдігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар болашақта есту-сөйлеуді оңалтудың оңтайлы нәтижелеріне қол жеткізу үшін түзетуге жататын факторларды анықтауға ықпал етеді. Бұл зерттеудің мақсаты КИ-дан өткен балалардың есту-сөйлеуді оңалту нәтижелеріне әсер етуі мүмкін ықтимал факторларды талдау болып табылады.

*Кілт сөздер:* саңырау; есту қабілетінің жоғалуы; балалар; кохлеарлық имплантация; есту-сөйлеуді реабилитация