

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
оториноларинголог Департамента
здравоохранения города Москвы,
профессор, д.м.н., член-корр. РАИ

 А.И. Крюков

«01» ДЕКАБРЯ 2025 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 17



«10» ДЕКАБРЯ 2025 г.

**Применение эндаурального фоноэлектрофореза при нейросенсорной
тугоухости**

Методические рекомендации № 120

Москва - 2025

УДК: 616.22-008.54 / 616.22-008.57/ 616.22-008.59

ББК-56.8

К68

Учреждение разработчик: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы.

Составители: член-корр. РАН, Заслуженный деятель науки РФ, д.м.н., проф. А.И. Крюков, Заслуженный деятель науки РФ, д.м.н., проф. Н.Л. Кунельская, д.т.н. А.Г. Гудков, к.т.н. В.Ю. Леушин, к.м.н. В.В. Мищенко, к.м.н. Е.С. Янюшкина

Рецензенты: Лейзерман Михаил Григорьевич – д.м.н., профессор, врач-оториноларинголог «Клиника уха, горла и носа»;

Мирошниченко Нина Александровна - д.м.н., доцент, профессор кафедры оториноларингологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России

Применение эндаурального фоноэлектрофореза при нейросенсорной тугоухости / Методические рекомендации/ составители: А.И. Крюков, Н.Л. Кунельская, А.Г. Гудков, В.Ю. Леушин, В.В. Мищенко, Е.С. Янюшкина – М.: ГБУЗ НИКИО им. Л. И. Свержевского ДЗМ, 2025 – 22 с.

Предназначение: в методических рекомендациях рассмотрен современный метод лечения нейросенсорной тугоухости - эндаурального фоноэлектрофорез, показания и методика проведения. Данные рекомендации позволят повысить эффективность лечения данной категории пациентов. Методические рекомендации рассчитаны на врачей оториноларингологов, сурдологов-оториноларингологов, неврологов, терапевтов, врачей общей практики, физиотерапевтов.

Методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Повышение эффективности диагностики, лечения и реабилитации пациентов с головокружением, снижением слуха, шумом в ушах и нарушениями обоняния различного генеза, в том числе постковидного и посттравматического, за счёт разработки инновационных лечебно-диагностических и реабилитационных алгоритмов, основанных на комплексном междисциплинарном подходе, использовании инструментальных методов исследования (вызванные потенциалы, компьютеризированная электроэнцефалография, видеонистагмография, ольфактометрия), применении оценочных шкал, новых методах лечения (транстимпанальное введение лекарственных препаратов во внутреннее ухо) и реабилитации (кохлерная имплантация, стабилметрическая платформа), что приведет к сокращению сроков лечения и профилактике инвалидизации пациентов с нарушениями слуха, равновесия, обоняния».

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения Правительства Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения.

ISBN:

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2025

© ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ, 2025

© Коллектив авторов, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Нормативные ссылки.....	4
2.	Определения.....	5
3.	Список сокращений.....	6
4.	Введение.....	7
5.	Консервативное лечение нейросенсорной тугоухости.....	8
6.	Лекарственный фонофорез.....	10
7.	Лекарственный электрофорез.....	11
8.	Лекарственный фоноэлектрофорез.....	12
9.	Метод эндаурального фоноэлектрофореза.....	12
10.	Материально-техническое обеспечение лечения методом эндаурального фоноэлектрофореза.....	13
11.	Методика проведения эндаурального фоноэлектрофореза.....	15
12.	Показания для эндаурального фоноэлектрофореза.....	16
13.	Противопоказания для эндаурального фоноэлектрофореза.....	17
14.	Результаты использования эндаурального фоноэлектрофореза при нейросенсорной тугоухости.....	18
15.	Заключение.....	19
16.	Список литературы.....	19

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы (стандарты):

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».
3. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 15.05.2012 № 543н «Об утверждении Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению».
4. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 13.10.2017 № 804н «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг».
5. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15.03.2022 № 168н «Об утверждении порядка проведения диспансерного наблюдения за взрослыми».
6. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 12.11.2012 № 905н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «оториноларингология».
7. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 9.04.2015 № 178н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «сурдология-оториноларингология».
8. ГОСТ Р ИСО 8253-1-2012 - Национальный стандарт Российской Федерации «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости».
9. ГОСТ 31508-2012 «Межгосударственный стандарт. Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования».

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Нейросенсорная тугоухость - форма снижения (вплоть до утраты) слуха, при которой поражаются какие-либо из участков звуковоспринимающего отдела слухового анализатора, начиная от непосредственного сенсорного аппарата улитки и заканчивая поражением невралных структур.

Субъективный ушной шум – ощущение пациентом различных звуковых эффектов, не имеющих реальных источников происхождения во внешней среде.

Тональная пороговая аудиометрия – психоакустический метод исследования слуха, основанный на поиске порога слуха (минимальная интенсивность звука, которую человек в состоянии воспринимать) отдельно для правого и левого уха в стандартном по воздушному (125 – 8000 Гц) и костному (250 – 8000 (6000) Гц) звукопроведению или расширенном (125 – 16000 Гц) по воздушному звукопроведению диапазоне частот

Эндауральный фоноэлектрофорез - это сочетанный метод физиотерапии, при котором воздействие ультразвука на орган слуха сочетается с лекарственным электрофорезом.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

ГКС - глюкокортикостероид

НСТ – нейросенсорная тугоухость

эФЭФ – эндауральный фоноэлектрофорез

эФФ – эндауральный фонофорез

эЭФ - эндауральный электрофорез

ВВЕДЕНИЕ

Восприятие окружающих звуков опосредуется сложно организованным органом слуха, включающим структуры от наружного уха и заканчивая мозговыми центрами. Нейросенсорная тугоухость (НСТ) в структуре всех заболеваний органа слуха, занимает лидирующие позиции, нередко переходя в хроническую форму с нарушением коммуникативных возможностей, когнитивной функции, утрате интереса к окружающему миру, социальной изоляции, депрессии. В подавляющем большинстве случаев НСТ обусловлена изменениями на уровне улитки вследствие разнообразных причин (сосудистые, инфекционные, травматические, шумовые, метаболические, генетические и другие факторы). Структурные изменения в улитке также разнообразны, от эндолимфатического гидропса вследствие гиперпродукции и/или нарушения резорбции эндолимфы и, так называемой, скалярной формы НСТ (нарушение проведения звуковой энергии структурами внутреннего уха, главным образом за счет функционального изменения водного и ионного гомеостаза, в ряде случаев обратимого на фоне адекватного лечения) и до кохлеарной формы (нарушение восприятия звуковой энергии, главным образом за счет структурных изменений нейроэпителия: апоптоза или некроза волосковых нейроэпителиальных клеток). Известно, что после повреждения волосковые клетки птиц и не млекопитающих позвоночных обладают способностью регенерировать, либо посредством прямой трансдифференцировки, когда соседние несенсорные клетки становятся сенсорными волосковыми клетками, либо с помощью митотической регенерации, при которой нейросенсорные клетки сначала делятся, а затем дифференцируются в волосковые. В зрелой слуховой системе млекопитающих спонтанная регенерация волосковых нейроэпителиальных клеток после повреждения весьма ограничена. При этом, повреждения на уровне улитки приводят к вторичным изменениям в невральных структурах и мозговых центрах, перестройке ассоциативных связей со слухового пути, на слухозрительный, или не слуховой. Так, после потери волосковой клетки отмечается

ретракция периферических волокон нейронов спирального ганглия, а затем апоптоз или некроз тел нейронов спирального ганглия. При этом шванновская клетка изменяет свой фенотип в сторону немиелинизирующей формы и взаимодействует с оставшимися нейронами, что, возможно, способствует прорастанию у оставшихся нейронов периферических волокон. Учитывая, что количество нейронов спирального ганглия является важным фактором, влияющим на характеристики слуха, они, как и волосковые нейроэпителиальные клетки, являются «мишенью» для медикаментозной терапии.

Согласно прогнозу ВОЗ, в мире ожидается увеличение числа лиц, страдающих нарушением слуха с 1,5 миллиардов человек по данным на 2019 год до почти 2,5 миллиардов человек к 2050 году, из которых как минимум 900 миллионов человек будут нуждаться в реабилитационной помощи. По оценке ВОЗ в 2012 г. более 360 миллионов человек в мире страдали инвалидизирующей потерей слуха, к 2030 году прогнозируется 630 миллионов человек.

КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ

В настоящее время лечение острой НСТ заключается в системном применении глюкокортикостероидов (ГКС), однако рекомендуемая длительность, способ введения и разовая доза лекарственного средства различны в разных странах (в США - преднизолон с 60 мг в день, в Германии – преднизолон с 250 мг в день, в РФ - дексаметазон с 24 мг в день). По настоящее время эффективность применения системных ГКС при острой НСТ не была доказана. В инструкции по применению ГКС отсутствует нозология «острая нейросенсорная тугоухость».

Лечебные мероприятия при хронической НСТ не проводятся или включают применение таблетированной формы лекарственных средств, улучшающих процессы тканевого и клеточного метаболизма, курсами 1 – 2 раза в год с учетом сопутствующей патологии и направлены на стабилизацию

порогов слуха. Общая медикаментозная терапия, применяемая при заболеваниях внутреннего уха, имеет ряд ограничений, главные среди них: гематоэнцефалический и гематолабиринтный барьеры и побочные эффекты при системном введении лекарственных средств, а также отсутствие клинически значимого эффекта от лечения хронической НСТ.

В связи с этим, разработка новых методов доставки лекарственных средств к структурам внутреннего уха, пересмотр используемых лекарственных средств в терапии НСТ с учетом этиологии, вида и степени поражения структур улитки весьма актуальны в настоящее время.

В последние годы применяется локальный инвазивный способ введения лекарственных средств - транстимпанально после шунтирования барабанной перепонки или интратимпанально при тимпанопункции. Эти методы используются при острой НСТ (ГКС) и при Болезни Меньера (ГКС или гентамицина сульфат). При этом необходимо длительное (не менее 30 минут) вынужденное положение больного для обеспечения пассивной диффузии лекарственного средства из барабанной полости во внутреннее ухо через микропоры, анулярную связку и мембрану круглого окна. Однако, эффективность данного метода ограничена тем, что лишь малая часть препарата путем диффузии проникает во внутреннее ухо из барабанной полости, большая часть эвакуируется через слуховую трубу или всасывается слизистой оболочкой среднего уха, что требует повторных инъекций, а наличие рубцовой ткани в проекции круглого окна или анулярной связки практически полностью препятствует проникновению препарата во внутреннее ухо. Многие пациенты отказываются от повторных инъекций в связи с болезненностью процедуры, требующей анестезии. Кроме того, выбор лекарственного препарата, кратность и длительность его применения остаются на усмотрение лечащего врача. По настоящее время не представлены сведения о фармакокинетике и фармакодинамике ГКС при интратимпанальном применении. Известно, что для реализации клинических эффектов ГКС должен взаимодействовать с цитоплазматическим рецептором

ГКС в органе-мишене. Установлено, что цитоплазматический рецептор ГКС в улитке представлен в клетках спиральной связки. Имеются сведения, что дексаметазона натрия фосфат метаболизируется в активную форму, как при системном, так и локальном введении во внутреннее ухо. Однако, метаболизм сукцинатных эфиров метилпреднизолона до активной формы метилпреднизолон в улитке пока остается неизвестной. Однако, интратимпанальные инъекции, наиболее часто применяющиеся в настоящее время с целью доставки лекарственных средств к структурам внутреннего уха, имеют ряд побочных эффектов, наиболее распространенными являются: отит и краниалгия, субъективный ушной шум, головокружение, синкопальное состояние, тошнота, стойкая перфорация барабанной перепонки, оторрея и др. Согласно Кокрейновской базе данных систематических обзоров, эффективность интратимпанальных инъекций ГКС в качестве начальной терапии внезапной НСТ может быть незначительной или отсутствовать по сравнению с системным применением ГКС, а комбинированное лечение может иметь небольшое преимущество по сравнению с монотерапией системным лечением, но данные об эффективности неоднозначны. Данные об эффективности интратимпанального применения ГКС при лечении болезни Меньера также неоднозначны.

С этой точки зрения разработка альтернативных методов доставки лекарственных средств во внутреннее ухо является весьма актуальной.

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ФОНОФОРЕЗ

Лекарственный фонофорез (ФФ) представляет собой сочетанное воздействие на организм ультразвуком и лекарственным веществом. При воздействии ультразвуком наблюдаются морфологические изменения кожного покрова за счет разрыхления эпидермиса, увеличения количества активных потовых и сальных желез, изменения формы и проницаемости клеточных мембран. Введение лекарственных веществ в организм при фонофорезе осуществляется через выводные протоки потовых и сальных желез, возможен также чресклеточный и межклеточный путь проникновения.

При ФФ лекарственное вещество в небольшом количестве (около 3-5% от нанесенного на кожу) поступает в эпидермис, собственно кожу, но уже вскоре после процедуры обнаруживается на глубине 2-5 см. В экспериментах показано, что применение ультразвука с частотой 880 кГц привело к 4-кратному увеличению проницаемости роговицы и повышению концентрации флуоресцеина на 44,6% в образцах стекловидного тела глаз по сравнению с контрольной группой. Местное расширение сосудов микроциркуляторного русла и небольшое повышение температуры приводят к улучшению снабжения тканей кислородом и другими метаболитами, стимулируя обмен веществ и внутриклеточный биосинтез. Известно, что не все лекарственные средства способны сохранять свои физико-химические свойства при воздействии ультразвука, т.е. обладают форетичностью (сочетаемостью с конкретным физическим фактором). Для ФФ используют, в основном, глюкокортикоиды, спазмолитики, препараты, влияющие на кровоток, фармакотерапевтические эффекты которых способны потенцировать ультразвук. Другие же препараты, напр., аскорбиновая кислота, атропин, тиамин, кофеин) под воздействием ультразвука могут разрушаться или терять фармакотерапевтические свойства.

В лечебной практике чаще используют импульсные ультразвуковые механические колебания частотой 0,88 мГц, при интенсивности ультразвука 0,2-0,6 Вт/см², продолжительностью процедуры – 5-15 мин, курс лечения – 10-15 процедур, проводимых ежедневно или через день. Оптимальная длительность процедуры составляет 10 минут при мощности ультразвука 0,2 Вт/см² и ежедневное или через день воздействие, 10 процедур.

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ

Лекарственный электрофорез (ЭФ) представляет собой сочетанное воздействие на организм постоянного электрического тока и вводимого с его помощью лекарственного вещества. Для ЭФ применяют фармацевтические препараты, обладающие свойствами электролитической диссоциации и неразрушающиеся в электрическом поле. При помещении подобных

растворов в постоянное электрическое поле, содержащиеся в них заряженные частицы перемещаются по направлению к противоположным полюсам (электрофорез), проникают вглубь тканей организма и оказывают лечебное воздействие. Лекарственные вещества вводят в ткани организма с одноименного полюса, заряд которого соответствует знаку активной части лекарственного вещества. К катионным формам, т.е. вводимым с анода (+) относятся такие препараты, как пентоксифиллин, витамин В1, В6, преднизолон, к вводимым с катода (-) относятся витамин В2, В12, гидрокортизон, гепарин, никотиновая кислота. А, например, эуфиллин, дексаметазон можно вводить как с анода, так и с катода. Применяется сила гальванического тока до 0,3 мА, оптимальная сила составляет 0,1 мА, при дозировании также учитывают субъективные ощущения пациента, который должен ощущать легкое покалывание. Рекомендуются ежедневное или через день фармакофизическое лечение, 10 процедур.

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗ

При ФФ ионы проникают в ткань на меньшую глубину, но внутрь клеток через цитоплазматическую мембрану, проницаемость которой повышена ультразвуком. При ЭФ - на большую глубину, но преимущественно в межклеточное пространство. Эти данные представляются весьма важными при выборе метода введения лекарственного вещества через неповрежденную кожу. При необходимости повысить локальную концентрацию лекарственного вещества в ткани, предпочтительнее выбрать сочетание двух методов, т.е. фоноэлектрофорез (ФЭФ). В частности, ФЭФ используется при лечении дистрофии сетчатки.

МЕТОД ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗА

В связи с вышесказанным для лечения заболеваний внутреннего уха мы разработали неинвазивный метод эндаурального фоноэлектрофореза (эФЭФ), в основе которого лежит воздействие ультразвука и лекарственного ЭФ (комбинированное применение гальванического тока и лекарственного препарата). Терапевтическое действие ультразвука обусловлено совместным

влиянием на организм целого ряда факторов: механическими колебаниями тканевых структур, изменениями проницаемости мембран, изменением ионного транспорта, действием тепловой энергии, выделяющейся при поглощении ультразвука, стимуляция слуховой коры. Механизмы эндаурального фармакофизического воздействия включают депонирование лекарственных препаратов в тканях, окружающих наружный слуховой проход, повышение проницаемости гемато-лабиринтного барьера, проникновение препаратов в жидкости и ткани лабиринта, частичное восстановление нарушенных процессов синтеза белка в тканях внутреннего уха, эффект фонопунктуры биологически активных точек наружного слухового прохода. Эффективность эФЭФ многократно превышает эффективность фонофореза и электрофореза, применяемых по отдельности, за счет более быстрого и глубокого поступления препаратов в ткани, обеспечивая пролонгированное и безопасное поступление медикаментов во внутреннее ухо, без побочных эффектов от системного применения.

Принцип работы аппарата эФЭФ заключается в следующем. Генератор формирует электрический сигнал ультразвуковой частоты в виде меандра, состоящего из пачек импульсов, с мощностью, контролируемой по дисплею. Этот сигнал поступает через выходной кабель на ультразвуковой излучатель, где электрические колебания преобразуются в ультразвуковые с помощью пьезоэлемента, входящего в состав излучателя. Затем через излучающую поверхность ультразвукового излучателя, производится воздействие ультразвуковыми колебаниями на пациента.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Для лечения больных методом эФЭФ необходимо следующее оборудование: оригинальный аппарат для эФЭФ, источник питания, кушетка, лекарственный препарат, спиртовые салфетки, вата, шприц для введения лекарственного препарата в наружный слуховой проход. Конструктивно аппарат (рисунок 1) состоит из блока формирования воздействия I,

ультразвукового излучателя II и электрода для электрофореза III. В состав аппарата эФЭФ входят следующие элементы: 1 — корпус, 2 — адаптер электропитания от сети 220 В, 3 — дисплей; 4 — выключатель; 5 — кнопки управления. Аппарат может работать в режиме фонофореза (ФФ), электрофореза (ЭФ) и ФЭФ.



Рисунок 1. Аппарат для эФЭФ.

По степени потенциального риска применения Аппарат эФЭФ относится к классу 2а по ГОСТ 31508-2012 «Межгосударственный стандарт. Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования». Персонал должен быть ознакомлен с правилами охраны труда 5 при эксплуатации электроустановок потребителей. Не допускаются к работе лица, не прошедшие инструктажа по правилам техники безопасности и не ознакомленные с руководством по эксплуатации.

Лекарственные препараты. Дексаметазон стимулирует реабсорбцию воды эндолимфы в перилимфу (т.е. физиологичный радиальный ток эндолимфы) за счет экспрессии аквапоринов 1 и 3. ГКС также влияют на эндолимфатический гомеостаз посредством взаимодействия с минералокортикоидными рецепторами во внутреннем ухе, что позволяет предположить, что они могут оказывать прямое влияние на ионные транспортные функции. Кроме того, ГКС снижают выработку и эффекты вазопрессина, снижают проницаемость сосудов, особенно для циркулирующих медиаторов воспаления, оказывая иммуносупрессивное и противовоспалительное действия.

Витамины группы В благоприятно воздействуют на дегенеративные заболевания нервной системы и улучшают проведение нервного импульса. *Витамин В1 (тиамина гидрохлорид)* в результате процессов фосфорилирования превращается в кокарбоксилазу, которая является коферментом многих ферментных реакций. Витамин В₁ играет важную роль в углеводном, белковом и жировом обмене, а также в процессах проведения нервного возбуждения в синапсах. *Витамин В₆ (пиридоксина гидрохлорид)* играет важную роль в обмене веществ, необходим для нормального функционирования центральной и периферической нервной системы. В фосфорилированной форме пиридоксин является коферментом большого количества ферментов, действующих на неокислительный обмен аминокислот, в частности участвует в обмене триптофана, метионина, цистеина, глутаминовой и других аминокислот. Играет важную роль в обмене гистамина и способствует нормализации липидного обмена.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗА

После сбора жалоб, анамнеза, осмотра, оценки слуховой (главным образом, методом тональной пороговой аудиометрии, шумометрии и импедансометрии) и вестибулярной функций (отоневрологический осмотр) и при отсутствии противопоказаний возможно применение эФЭФ.

Пациент укладывается на кушетку лежа на боку, таким образом, чтобы наружный слуховой проход соответствующего уха находился как можно ближе к вертикальной плоскости. Электрод для электрофореза фиксируется в заушной области на сосцевидном отростке противоположного уха. Кожные покровы наружного слухового прохода и ладьевидной ямки обрабатываются спиртовой салфеткой, лекарственное средство подогревается до температуры тела и вводится в наружный слуховой проход (1,5 – 2,5 мл). Ультразвуковой излучатель фиксируется на держателе и устанавливается в наружный слуховой проход, заполненный лекарственным средством. Аппарат обеспечивает режимы проведения эндауральных ФФ или ЭФ, или ФЭФ.

Эффективность эФЭФ во много раз превышает эффективность воздействия ультразвука и электрофореза по отдельности, т. к. при использовании данного метода достигается более быстрое и глубокое поступление препаратов в ткани. Рабочая частота ультразвуковых колебаний составляет 0,88 МГц, эффективная интенсивность ультразвуковых колебаний 0,1 – 0,3 Вт/см², эффективная площадь излучателя 0,1 – 0,2 см², величина тока электрофореза 0,1 – 3 мА, временной интервал таймера лечебной процедуры до 15 минут с шагом установки 1 минута. При включении аппарата на индикаторе отображаются начальные значения задаваемых параметров: сила тока электрофореза - 1.0 мА, мощность ультразвука фонофореза - 100 мВт/см², длительность процедуры - 15 минут. Параметры возможно изменить нажатием кнопок управления.

Оптимальная длительность процедуры составляет 10 минут при частоте ультразвука 0,88 МГц и мощности до 0,2 Вт/см² с силой гальванического тока до 0,3 мА. Оптимальная сила тока составляет 0,1 мА, при дозировании также учитывают субъективные ощущения пациента, который должен ощущать легкое покалывание. Рекомендуется ежедневное или через день фармакофизическое лечение, 10 процедур. При двустороннем процессе рекомендуется ежедневное поочередное фармакофизическое воздействие, например: первый день – правое ухо, второй день – левое ухо, третий день – правое ухо и т.д. Соответственно, общее число процедур рекомендуется увеличить до 20. При комплексном применении витаминов В1 и В6 также рекомендуется поочередное их введение, например: первый день – витамин В1, второй день – витамин В6, третий день – витамин В1 и т.д.

ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФЕРЕЗА

Показаниями к применению эФЭФ являются:

- острая нейросенсорная тугоухость (кохлеарная и скалярная формы) в составе комплексной терапии,
- хроническая нейросенсорная тугоухость (прогрессирующая и

непрогрессирующая, кохлерная и скалярная формы) в составе комплексной терапии или в качестве монотерапии).

Показанием для применения эФЭФ с дексаметазоном (оптимально с катода (-), но допустимо и с анода (+)) является скалярная форма острой, подострой и хронической НСТ. Скалярная форма НСТ характеризуется латерализацией ультразвука в сторону хуже-слышащего уха, восходящим или горизонтальным типом аудиометрической кривой с небольшим костно-воздушным интервалом в диапазоне низких и средних частот и чаще всего встречается при наличии у больного гидропса лабиринта. Кандидатами для местного применения ГКС также являются пациенты с острой, подострой и хронической НСТ на фоне аутоиммунных заболеваний, острая нейросенсорная тугоухость при наличии противопоказаний или при отказе пациента от системной гормональной или местной инвазивной гормональной терапии.

Показанием для применения эФЭФ с витаминами B1 и B6 (с анода (+)) является кохлеарная форма острой, подострой и хронической НСТ. Кохлеарная форма НСТ характеризуется латерализацией ультразвука в сторону лучшеслышащего уха, нисходящим типом аудиометрической кривой.

ПРОТИПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Противопоказаниями к применению эФЭФ являются:

- новообразования внутреннего уха и VIII ЧМН,
- острые и хронические воспалительные заболевания и новообразования наружного и среднего уха,
- раны и ссадины в проекции воздействия,
- острые и обострение общих хронических воспалительных процессов,
- онкологические заболевания или подозрения на них,
- общесоматические заболевания в стадии декомпенсации,

- беременность,
- лактация,
- аллергическая реакция и индивидуальная непереносимость используемого лекарственного средства,
- отсутствие согласия больного на физиотерапевтическое лечение,
- дискомфорт при воздействии,
- наличие кохлеарного, стволомозгового импланта, импланта среднего уха или других имплантов в области воздействия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНДАУРАЛЬНОГО ФОНОЭЛЕКТРОФОРЕЗА ПРИ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ

Наш опыт применения метода эФЭФ (лечение НСТ более чем у 170 больных) показывает, что он может быть применен при любой длительности НСТ, т.е. острой, подострой и хронической. Следует учитывать, что наибольший терапевтический эффект в виде улучшения слуховой функции (понижения порогов слуха) при использовании данного метода достигается при большем количестве процедур (оптимально 8-10) в течение первых 4 месяцев заболевания НСТ, а при скалярной НСТ (наличие гидропса лабиринта) - в течение первых 5 лет заболевания, особенно при НСТ I и II степени. Эффект от эФЭФ сохраняется в течение не менее 3 месяцев. Возможны повторные курсы эФЭФ при наличии положительного эффекта от первого курса. Повторный курс может быть проведен через 3 – 12 месяцев после первого курса в плановом порядке или в случае возвращения порогов слуха к исходному (до начала первого курса) уровню. Наши данные показывают, что благодаря применению метода эФЭФ при длительности заболевания 44 [6; 129] месяцев: в 11% (18/172) достигается улучшение слуховой функции в виде повышения порогов слуха ≥ 15 дБ на ≥ 3 частотах, в 22% (36/172) - ≥ 10 дБ на ≥ 3 частотах, но < 15 дБ на 3 частотах, в 43% (78/172)

- улучшение ≥ 5 дБ на ≥ 3 частотах, но < 10 дБ на 3 частотах. Побочных эффектов от применения эФЭФ нами не выявлено. В случае достижения снижения порогов слуха в динамике уменьшается и обременительность субъективного ушного шума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эФЭФ может рассматриваться как новый безопасный неинвазивный способ лечения всех форм НСТ, независимо от длительности заболевания. Применение данного метода повышает эффективность проводимой стандартной медикаментозной терапии в 76% случаев при острой и хронической НСТ, в том числе на фоне использования ототоксических препаратов, после перенесенной covid-19, при Болезни Меньера, аутоиммунных заболеваниях внутреннего уха и др., а также позволяет локально вводить лекарственные средства при наличии противопоказаний для их системного применения. Эффективность эндаурального фоноэлекторофореза многократно превышает эффективность фонофореза и электрофореза, применяемых по отдельности, за счет более быстрого и глубокого поступления лекарственных препаратов в ткани, обеспечивая пролонгированное и безопасное поступление медикаментов во внутреннее ухо, без побочных эффектов, за счет каскада биофизических, биохимических и физиологических реакций, приводящих к физиотерапевтическому эффекту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дракон А.К., Патеюк Л.С., Шелудченко В.М., Корчажкина Н.Б. Лекарственный электрофорез в офтальмологии. Вестник офтальмологии. 2021;137(6):119–127.
2. Кротов С.Ю., Игнатьев Ю.Т. Кротов Ю.А. Ультрафонофорез барабанной полости при сохранении целостности тимпанальной мембраны. Российская оториноларингология. 2021;20(1):51– 55.

3. Крюков А.И. Разработка фармакофизических воздействий на слуховой рецептор при нейросенсорной тугоухости. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. М.: 1988.
4. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Мищенко В.В., Янюшкина Е.С. Возможности фармакофизического лечения (эндауральный фоноэлектрофорез) с дексаметазоном при Болезни Меньера. Вестник оториноларингологии. 2025;6.
5. Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Мищенко В.В., Янюшкина Е.С. Возможности фармакофизического лечения (эндауральный фоноэлектрофорез) при вторичном субъективном ушном шуме на фоне хронической нейросенсорной тугоухости. Вестник оториноларингологии. 2025;6.
6. Кунельская Н.Л. Комплексный подход к лечению нейросенсорной тугоухости. Фарматека. 2013;15.
7. Леушин В.Ю., Гудков А.Г., Сидоров И.А., Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Мищенко В.В., Янюшкина Е.С. Аппарат для лечения нейросенсорной тугоухости методом эндаурального фоноэлектрофореза. Патент на изобретение RU 2810441 С1, 27.12.2023. Заявка № 2023114841 от 06.06.2023.
8. Нейросенсорная тугоухость у взрослых. Клинические рекомендации. 2023.
9. Физioterapia. Универсальная медицинская энциклопедия / В.С. Улащик. - Мн.: Книжный Дом. 2008.
10. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство. По редакцией Г.Н. Пономаренко. М.-ГЭОТАР-Медиа. 2023.
11. Шидловская Т.В., Шидловская Т.А., Куренева Е.Ю., Запорожченко Н.П. Козак Н.С. Применение эндаурального ультрафонофореза при лечении больных с сенсоневральной тугоухостью. Российская оториноларингология. 2012;6: 163-167.
12. <https://physiotherapy.ru/specialist/?ysclid=miljl2nqgk534148431>

13. Ahmadi F, McLoughlin IV. A new mechanical index for gauging the human bioeffects of low frequency ultrasound. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2013;2013:1964-7.
14. Bird P.A., Murray D.P., Zhang M., Begg E.J. Intratympanic versus intravenous delivery of dexamethasone and dexamethasone sodium phosphate to cochlear perilymph. *Otol Neurotol.* 2011.
15. Chandrasekhar S.S., Do B.S.T., Schwartz S.R., Bontempo L.J., Faucett E.A., Finestone S.A., Hollingsworth D.B., Kelley D.M., Kmucha S.T. et al. Clinical Practice Guideline: Sudden Hearing Loss (Update). *Otolaryngology–Head and Neck Surgery.* 2019, Vol. 161(1S) S1–S45
16. Devare J, Gubbels S, Raphael Y. Outlook and future of inner ear therapy. *Hear Res.* 2018 Oct;368:127-135
17. Imaizumi S, Hosoi H, Sakaguchi T, Watanabe Y, Sadato N, Nakamura S, Waki A, Yonekura Y. Ultrasound activates the auditory cortex of profoundly deaf subjects. *Neuroreport.* 2001 Mar 5;12(3):583-6
18. Liao AH, Hsieh YL, Ho HC, Chen HK, Lin YC, Shih CP, Chen HC, Kuo CY, Lu YJ, Wang CH. Effects of microbubble size on ultrasound-mediated gene transfection in auditory cells. *Biomed Res Int.* 2014;2014:840852
19. Marx M, Younes E, Chandrasekhar SS, Ito J, Plontke S, O'Leary S, Sterkers O. International consensus (ICON) on treatment of sudden sensorineural hearing loss. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2018 Feb;135(1S):S23-S28.
20. Mazurek B., Hesse G., Dobel C., Kratzsch V., Lahmann C., Sattel H. Guideline group. Chronic Tinnitus. *Dtsch Arztebl Int.* 2022;119(13):219-225.
21. Nishimura, T.; Okayasu, T.; Yamashita, A.; Hosoi, H.; Kitahara, T. Perception Mechanism of BoneConducted Ultrasound and Its Clinical Use. *Audiol. Res.* 2021, 11, 244–253.
22. Nyberg S, Abbott NJ, Shi X, Steyger PS, Dabdoub A. Delivery of therapeutics to the inner ear: The challenge of the blood-labyrinth barrier. *Sci Transl Med.* 2019 Mar 6;11(482):eaao0935

23. Plontke SK, Meisner C, Agrawal S, Cayé-Thomasen P, Galbraith K, Mikulec AA, Parnes L, Premakumar Y, Reiber J, Schilder AG, Liebau A. Intratympanic corticosteroids for sudden sensorineural hearing loss. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022 Jul 22;7(7):CD008080.
24. Plontke SK, Salt AN. Local drug delivery to the inner ear: Principles, practice, and future challenges. *Hear Res*. 2018 Oct;368:1-2.
25. Salt A.N., Plontke S.K. Steroid nomenclature in inner ear therapy. *Otol Neurotol*. 2020 Jul;41(6):722-726.
26. Staecker H, Rodgers B. Developments in delivery of medications for inner ear disease. *Expert Opin Drug Deliv*. 2013 May;10(5):639-50
27. Webster K.E., Lee A., Galbraith K., Harrington-Benton N.A., Judd O., Kaski D., Maarsingh O.R., MacKeith S., Ray J., Van Vugt V.A., Westerberg B., Burton M.J. Intratympanic corticosteroids for Ménière's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2023, Issue 2.
28. World report on hearing. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.