

СОДЕРЖАНИЕ

Авторский коллектив	5
Список сокращений	6
Введение	7
Анамнез и его значение при проведении акустической импедансометрии	9
Методика проведения отоскопии и туалета наружного слухового прохода	11
Историческая справка о возникновении акустической импедансометрии	13
Физическая характеристика акустической импедансометрии	17
Классификация тестов, применяемых при акустической импедансометрии	19
Характеристика показателей тимпанометрической кривой ..	21
Методика проведения импедансометрии	24
Тимпанометрия	27
Виды тимпанометрических кривых и их характеристика	28
Тимпанометрия у детей до 1 года	44
Акустическая рефлексометрия	45
Физиологическое значение акустического рефлекса . . .	47
Параметры акустического рефлекса	49
Диагностическое значение акустического рефлекса . . .	51
Латентность акустического рефлекса	58
Распад акустического рефлекса	59
Исследования функции слуховой трубы	66
ETF-I-тест	66
ETF-P-тест	70

Дифференциальная диагностика нозологических форм по данным импедансометрии.	77
Широкополосная тимпанометрия.	82
Проба Желе с применением импедансного аудиометра	84
Методика проведения пробы Желе с применением костного телефона аудиометра и акустического импедансометра	84
Тесты для самоконтроля знаний	85
Литература	91

АНАМНЕЗ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АКУСТИЧЕСКОЙ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ

Перед началом проведения осмотра и аудиологического обследования специалист должен собрать подробный анамнез о слуховой функции пациента, наличии жалоб, проведенных ранее хирургических вмешательствах, а также иметь данные результатов регистрации порогов слуха пациента (тональная пороговая аудиометрия, игровая аудиометрия), проводимых ранее.

Если имеются жалобы на снижение слуха, то при расспросе пациента следует прежде всего выяснить, наступило снижение слуха внезапно или оно развивалось постепенно, уточнить, с чем связывает пациент снижение слуха, выяснить возможность снижения слуха в связи с травмой, производственными факторами (воздействием шума или вибрации). Важно узнать у пациента, каким образом и когда он обнаружил снижение слуха. Приоритетными жалобами могут быть: головокружение, рвота, нарушение равновесия любой продолжительности, одновременное изменение слуховой и вестибулярных функций, периоды улучшения и ухудшения слуха.

Пациенту нужно дать возможность самостоятельно, без навязывающих вопросов, описать испытываемые им ощущения.

При сборе анамнеза также следует уточнить, имеется ли в семье пациента или у его родных тугоухость, в каком возрасте она появилась, с чем связывают ее начало, прогрессирование и т.д.

Примерные вопросы, которые специалист должен задать пациенту перед началом исследования слуха методом импедансометрии:

1. Имеется ли у вас снижение слуха на одно или оба уха?
2. Какое ухо слышит лучше?
3. Имеются ли у вас эпизоды головокружения?
4. Как вы воспринимаете внезапные громкие звуки?
5. Бывают ли воспалительные процессы в ухе, какова частота их возникновения?
6. Бывают ли выделения из уха, если да, то из какого и как часто?
7. Были ли у вас ранее хирургические вмешательства на ушах, если да, то какие и как давно?
8. Носите ли вы слуховые аппараты?

10 Анамнез и его значение при проведении акустической импедансометрии

Согласно современным статистическим данным, в этиологии поражения слуховой функции наибольшее значение имеют заболевания среднего уха.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОТОСКОПИИ И ТУАЛЕТА НАРУЖНОГО СЛУХОВОГО ПРОХОДА

Перед проведением акустической импедансометрии необходимо оценить состояние ушной раковины, наружного слухового прохода и барабанной перепонки, а также выполнить тональную пороговую аудиометрию (или игровую аудиометрию) для представления о состоянии слухового анализатора, возможных нарушениях слуха у пациента. Это помогает при интерпретации результатов акустической импедансометрии.

Методика осмотра ушной раковины

Ушная раковина осматривается на предмет врожденных аномалий развития, травм, наличия признаков инфицирования, дерматита или неоплазии. В детской практике особое внимание необходимо обратить на наличие деформаций одной или обеих ушных раковин, преаурикулярных бугорков, изменения кожи на передней и задней поверхности ушной раковины, которые могут насторожить в отношении аномалий (пороков) развития других отделов слухового анализатора. Некоторые аномалии развития, такие как атрезия наружного слухового прохода, сужение наружного слухового прохода (НСП), не позволят провести полноценно акустическую импедансометрию. В ряде случаев это может привести к заблуждению специалиста, который интерпретирует результат исследования. Очень важно проводить комплексный осмотр самостоятельно непосредственно перед проведением импедансометрии. В случае обнаружения отклонений от варианта нормы необходимо это отметить в документации, а в случае невозможности проведения импедансометрии указать причину.

После оценки состояния ушной раковины необходимо убедиться, что НСП проходим, визуализируется барабанная перепонка, отсутствуют серные массы, инородные тела, патологическое отделяемое. Важно оценить состояние околоушной области на предмет наличия послеоперационных рубцов.

Отоскопия — осмотр НСП и барабанной перепонки. Напомним, что для проведения адекватной отоскопии у детей оттягивают ушную раковину книзу и кзади, а у взрослых — кверху и кзади. Хотя отоскоп — это полезный прибор, его

применение ограничено отсутствием бинокулярного стереоскопического зрения и слабым увеличением. Обычно используется самое большое зеркало (ушная воронка), которое помещается в НСП и подбирается индивидуально для каждого пациента, чтобы увеличить освещение и обзор. Специалист также может слегка смещать козелок вперед, чтобы облегчить осмотр. Важно установить зеркало только в хрящевую часть слухового прохода, поскольку продвижение к костной части будет болезненно для пациента, а в ряде случаев может вызывать кашлевой рефлекс. Для полноценного осмотра уха сера, десквамированная кожа, гнойные выделения должны быть удалены (крючком, щипцами, кюреткой, аспиратором), слуховой проход должен быть свободен. Очищение уха даже от небольшого количества серы может быть решающим для надлежащего осмотра и позволяет не пропустить патологический процесс из-за недостаточного обзора. НСП обследуется на наличие стенозов, фурункулов, кист, отека, дерматита, разрушения кости, остеом, экзостозов, неопластических изменений. Оценивается наличие грануляционной ткани, гнойных или слизистых выделений, десквамированного эпителия. Твердость костных остеом и экзостозов подтверждается аккуратной прямой пальпацией.

При осмотре барабанной перепонки используют отоскоп или микроскоп, чтобы увидеть ретракционные карманы, перфорацию, выпот, явления мирингита, грануляционную ткань, холестеатому или другие изменения.

Убедившись, что ушная раковина и НСП не изменены, в НСП отсутствует содержимое и визуализируется нормального строения барабанная перепонка, вы можете приступить к проведению акустической импедансометрии.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О ВОЗНИКНОВЕНИИ АКУСТИЧЕСКОЙ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ

Термин «импеданс» был предложен британским физиком и инженером Оливером Хэвисайдом (Oliver Heaviside) (рис. 1) в 1886 г., однако его исследования были связаны с разработкой теории электрической цепи. И только в 1919 г. А.Г. Вебстер (A.G. Webster) перенес положения электрической теории на механические и акустические среды.



Рис. 1. Оливер Хэвисайд

Акустическая импедансометрия — это комплекс клинических тестов, основанных на измерении акустического сопротивления структур среднего уха.

Акустический импеданс являлся важным параметром, использовавшимся для подгонки акустической аппаратуры (например, телефонов) под человеческое ухо.

Уэтзман (E. Waetzmann) модифицировал механический мост, разработанный Шустером (K. Schuster) в 1934 г. для измерения абсорбции звука строительными материалами. Мост Шустера, в свою очередь, был по сути акустическим вариантом моста Уитстоуна (электрический мост для измерения резистанса — сопротивления в цепи).

В 1938 г. немецкий врач Отто Метц (Otto Metz) (рис. 2) покинул, спасаясь от гонений, нацистскую Германию и нашел работу в университетской клинике Копенгагена Rigshospitalet.

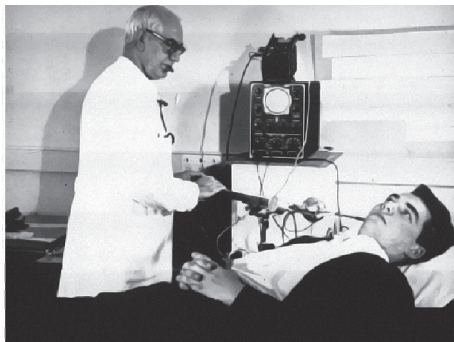


Рис. 2. Отто Метц

Здесь ему и попался на глаза журнал с работой Уэтзмана. Надо сказать, когда Метц еще только начинал заниматься оториноларингологией, он понял, что методы разграничения кондуктивной и перцептивной тугоухости недостаточно точны, и искал возможности объективной оценки состояния барабанной перепонки и среднего уха. Метц решил, что измерение акустического импеданса можно применить для оценки состояния среднего уха в клинической практике. К счастью, профессор физики университетской кафедры биофизики доктор В. Торсен лично бывал у Уэтзмана в Бреслау и видел мост в действии. В сотрудничестве с профессором Торсеном и инженером Тигесеном в 1939 г. Метц начал разрабатывать модификацию механического моста Шустера. Проводя интенсивное изучение акустического импеданса человеческого уха, он определил акустическую абсорбцию и фазовые характеристики нормального и патологического уха. Уже в 1942 г. Метц опубликовал первые результаты своих исследований в издании Датского общества отологии.

В октябре 1943 г., когда нацисты собирались интернировать всех евреев, проживавших в Дании, Отто Метцу удалось бежать в Швецию. Свои исследования он продолжил в университетской клинике Лунда.

После возвращения в Копенгаген Метц сформулировал основные принципы импедансометрии в своей диссертации «Акустический импеданс, измеренный на нормальных и больных ушах» (1946). Это была первая работа по систематическому измерению акустического импеданса, выполненная с помощью механического моста.

Однако созданный им механический акустический мост был неудобен для практического использования. Работа, выполненная в конце 40-х годов XX века Томсеном (К.А. Thomsen), продемонстрировала, что, измеряя импеданс как функцию давления в НСП, можно подсчитать импеданс среднего уха без искажений со стороны НСП. Зависимость между изменением давления в НСП и остротой слуха была продемонстрирована Ван Дишеком (Н.А.Е. Van Dishoeck) еще в 1930-х годах с помощью изобретенного им устройства-пневмофона, которое обеспечивало изменение воздушного давления в среднем ухе. Логично было предположить, что значение импеданса при изменении давления в НСП также будет меняться. Для того чтобы достичь этого и измерить давление в барабанной полости, требовалась система герметизации НСП. Это подтолкнуло Теркильдсена (К. Terkildsen) и инженера Скотта-Нильсена (Scott-Nielsen) из Центра слуха Копенгагена к разработке электроакустического моста. В 1959 г. Теркильдсен и Томсен опубликовали первые результаты, полученные с использованием прототипа моста. Этот метод исследования с легкой руки Х. Андерсона получил в дальнейшем название «тимпанометрия». В 1960 г. Теркильдсен и Скотт-Нильсен опубликовали описание электроакустического моста, и с этого же времени началось их плодотворное сотрудничество с Полем Мадсеном (Poul Madsen), владельцем компании Madsen Electronics, позволившее сделать из лабораторной установки промышленно выпускаемый прибор.

В 1961 г. на аудиологическом конгрессе в Париже Томсен провел презентацию импедансометрии. Ее посетили лишь 25 человек. Вначале распространение информации о новом методе диагностики шло медленно. Однако усилия Теркильдсена, Мадсена и Скотта-Нильсена, которые выступали с семинарами по всему миру, как, впрочем, и появление в 1960-х годах первого доступ-

ного клинического оборудования, дали результат: на импедансометрию обратили внимание, появилось большое количество исследований и научных статей, касающихся влияния различных патологических факторов на показатели импедансометрии.

Современная аппаратура для измерения акустического иммитанса основана на использовании именно электроакустического импедансного моста.

Исследованиями акустического импеданса в СССР занимался выдающийся аудиолог Борис Михайлович Сагалович (рис. 3). Он долгие годы возглавлял лабораторию патофизиологии слуха и акустики Московского НИИ уха, горла и носа. В 1988 г. он с коллективом авторов подготовил методические рекомендации «Импедансометрия как метод дифференциальной и ранней диагностики тугоухости».



Рис. 3. Борис Михайлович Сагалович (1923–2002)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКУСТИЧЕСКОЙ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ

Начиная с 1970-х годов акустическая импедансометрия широко используется в клинической практике для оценки состояния структур звукопроводящего и звуковоспринимающего аппаратов. Ранее, с конца 50-х до начала 70-х годов прошлого века, в научных медицинских исследованиях измеряли сдвиги акустического сопротивления (импеданса). Отсюда и произошло название метода — акустическая импедансометрия. Измерение не изменилось с тех пор, несмотря на то, что современные приборы измеряют обратную величину импеданса — акустическую проводимость, так называемый адмиттанс. Для проведения исследования используется электроакустический прибор — анализатор среднего уха.

Для понимания измерений импеданса достаточно знать, что звук частотой 226 Гц, предъявленный в полости, схожей с человеческим ухом, производит различные уровни звукового давления в зависимости от объема и геометрической формы полости.

Предъявляя высокое положительное или отрицательное давление воздуха в полость, образованную барабанной перепонкой, стенками НСП и зондом тимпанометра, устанавливается эквивалентный объем НСП.

При постепенном изменении давления воздуха в НСП от позитивного до негативного или наоборот также меняется подвижность барабанной перепонки и системы слуховых косточек, демонстрируя податливость к волнам звукового давления. Наиболее низким импеданс будет, когда давление равно с обеих сторон барабанной перепонки, одновременно будет наибольшая податливость к звуковым волнам. В этом состоянии полость, реагирующая на предъявленный звук, представляет собой НСП и среднее ухо.

Акустический импеданс представляет собой суммарное сопротивление, которое оказывают структуры наружного, среднего и внутреннего уха при прохождении звуковой волны через них.

В акустическом импедансе выделяют следующие понятия: жесткость, масса и трение. Рассмотрим более подробно, какие структуры наружного, среднего и внутреннего уха участвуют в данной системе.

Жесткость — компоненты трансформируют вибрацию в колебательные движения наподобие сжатия и растяжения пружины: механическая и акустическая пружины.

- Механическая пружина — барабанная перепонка, мембрана круглого окна, связки слуховых косточек, сухожилия и мышцы среднего уха.
- Акустическая пружина — замкнутые воздухоносные полости в среднем ухе и НСП, герметично закрытом зондом.

Масса (инерция) — компоненты системы (наружное—среднее—внутреннее ухо) двигаются по инерции как одно целое без сжатий и растяжений: механическая и акустическая массы.

- Механическая масса — слуховые косточки, ненатянутая часть барабанной перепонки, перилимфа.
- Акустическая масса — узкий просвет адитуса и системы воздухоносных клеток сосцевидного отростка.

Трение: механическое и акустическое трение.

- Механическое трение — барабанная перепонка, сухожилия и связки.
- Акустическое трение — вязкость перилимфы и слизистой выстилки барабанной полости.