

British Society of Audiology

KNOWLEDGE | LEARNING | PRACTICE | IMPACT



Британское общество аудиологов

Рекомендации по проведению процедуры

Тимпанометрия

Дата выпуска: 2013

Дата рецензирования: 2018

Общие положения

В этом документе представлена рекомендуемая процедура Британского общества аудиологов (BSA). Рекомендованная процедура представляет собой эталонный стандарт для проведения аудиологического обследования, который, насколько известно BSA, представляет собой доказательную базу и согласованность для успешной практики с учетом методов и всех документов на момент публикации.

Хотя при подготовке этой информации были предприняты меры предосторожности, BSA не гарантирует и не может гарантировать ее толкование и применение. BSA не может нести ответственность за любые ошибки или упущения, и BSA не несет никакой ответственности за любые убытки или ущерб, которые могут возникнуть. Этот документ заменяет любую предыдущую рекомендуемую процедуру тимпанометрии со стороны BSA и остается в силе до отмены или отмены BSA.

Комментарии к этому документу приветствуются и должны быть направлены по адресу:

British Society of Audiology

80 British Road, Reading

Berkshire, RG6, UK

info@thebsa.org.uk

www.thebsa.org

Опубликовано Британским обществом аудиологов

© Британское общество аудиологов, 2013

Все права защищены.

Этот документ может быть свободно воспроизведен в образовательных и некоммерческих целях.

Никакое другое воспроизведение не допускается без письменного разрешения Британского общества аудиологов. Пожалуйста, избегайте потери бумаги, например с помощью двусторонней печати («дуплекс»).

1. Содержание	
2. Введение	4
3. Общие положения	4
4. Оборудование	5
5. Калибровка	5
6. Подготовка пациента	6
6.1 Рекомендации по тестированию	7
6.2 Инструкции для пациента	8
7. Процедура тестирования	9
7.1 Пациенты возрастом старше 6 месяцев с использованием зондирующего тона 226 Гц	9
7.2 Пациенты возрастом до 6 месяцев, с использованием зондирующего тона 1000 Гц.....	10
8. Результаты и итоги.....	10
8.1 Пациенты возрастом старше 6 месяцев с использованием зондирующего тона 226Гц	11
8.1.1 Форма тимпанометрического пика.....	11
8.1.2 Пиковое давление барабанной перепонки и среднего уха	11
8.1.3 Поступление или соответствие	11
8.1.4 Объем слухового прохода	11
8.1.5 Отчет о результатах	12
8.2 Пациенты возрастом до 6 месяцев с использованием зондирующего тона 1000 Гц	13
9. Ссылки	14
Приложение А. Авторы и признания	15
Приложение В. Определения	16
Приложение С. Единицы	18
Приложение D. Влияние скорости и направления развертки	18
Приложение E. Примеры типов тимпанометрии 1000 Гц.....	19

2. Введение

Этот документ объединяет и пересматривает рекомендации, сделанные ранее Британским Обществом Аудиологов (BSA, 1992) и клинической группой программы скрининга слуха новорожденных (2008); см. Приложение А для уточнения деталей. Его цель состоит в том, чтобы описать рекомендуемую процедуру - проведения тимпанометрии и анализа функции среднего уха для пациентов всех возрастов, с рождения до старости. Рекомендации подходят для использования в рутинных клинических исследованиях, применяемых к большинству типов приборов, измеряющих акустический импеданс / адмиттанс с использованием частоты зонда 226 Гц для пациентов, возраст которых равен или старше 6 месяцев (т. е. минимум 6 месяцев с момента рождения ребенка) и 1000 Гц для детей младше 6 месяцев. (Рекомендации по проведению регистрации акустической рефлексометрии будут представлены в отдельном документе.) Также предоставлены основные рекомендации по мерам предосторожности и интерпретации результатов исследования. Однако важно, чтобы специалист, проводящий исследование (т. е. «Тестирующий»), или ответственное за него, использовал свои профессиональные знания при выборе конкретного подхода для использования с каждым «пациентом» (т. е. человеком кто проходит исследование), учитывая конкретные обстоятельства и цели исследования, а также уровень компетентности специалиста.

Процедура, описанная здесь, представляет собой доказательную базу и согласованность с учетом методов и всех документов на момент публикации с учетом интерпретации Профессиональным Практическим Комитетом BSA с учетом консультации со специалистами (см. Приложение А). Документ был разработан в соответствии с BSA (2003).

Определения терминов и единиц, используемые в этом документе, содержатся в Приложениях В и С. В данном документе используются термины такие как «необходимо» использовать и «желательно» использовать в практике, эти термины разные, просим обратить на это внимание. Если в этом документе указан возраст «6 месяцев», это исправленный возраст 6 месяцев, учитывается коррекция возраста.

3. Общие положения

Измерение акустического рефлекса и исследование функции слуховой трубы выходят за рамки этого документа и будут рассмотрены в отдельных документах. Кроме того, использование высокочастотной тимпанометрии у детей старше шести месяцев рассматривается в других документах.

Специалист должен соблюдать правила септики и антисептики, как описано в соответствующих приказах, с обязательным, по крайней мере, мытьем рук до и после проведения обследования, использования перчаток (при наличии ран, ссадин на руках), для предотвращения прямого контакта с биологическими жидкостями, также необходимо очищение или утилизация наконечников. Один и тот же вкладыш не должен использоваться для нескольких пациентов, если он не был соответствующим образом обработан (*см. предыдущее утверждение*). Если имеется возможность, предпочтительней использовать одноразовые вкладыши.

Один и тот же вкладыш не должен использоваться для обеих ушей пациента, если возможен риск передачи инфекции на здоровое ухо *.

** по мнению специалиста, например, на основании обследования здорового уха, жалоб пациента или истории болезни, или мнения другого врача. Если специалист сомневается, то должен обратиться за советом к более квалифицированному специалисту (врачу) или использовать отдельный наконечник для каждого уха.*

4. Оборудование

Тимпанометр и наконечник зонда должны быть чистыми (т.е. без пыли и грязи и в соответствии с местными стандартами инфекционного контроля). Тимпанометры должны соответствовать требованиям к рабочим характеристикам и калибровке согласно BS EN 60645–5.

Существует два основных типа вкладышей: зонтик и гриб. В большинстве случаев форма гриба является предпочтительной, особенно когда вставляют наконечник зонда в слуховой проход и не удерживают его на месте, поскольку в таких случаях форма зонтика может сгибаться. Во всех случаях важно выбрать правильный размер вкладыша,

чтобы гарантировать, что тестирование не является неудобным для испытуемого и что поддерживается надлежащее уплотнение. При удерживании наконечника зонда в положении, например, при выполнении тимпанометрии скрининга маленького ребенка, может оказаться предпочтительным вкладыш в форме зонтика, который закрывает вход в слуховой проход.

5. Калибровка

Калибровку прибора следует проверять ежедневно, установив датчик в соответствующую полость, которую поставляет изготовитель. Работоспособность прибора также должна проверяться на ухе, о котором известно, что оно дает результат нормальной пиковой тимпанограммы (например, чтобы убедиться, что насос работает и его трубка не заблокирована).

Тестовые полости должны иметь размеры, которые являются небольшими по сравнению с длиной волны звука при 226 Гц. Рекомендуются металлические или жесткие пластиковые цилиндры с отношением длины к диаметру от одного до трех и объемом от 0,5 до 5,0 см³. Проверка калибровки в испытательной полости должна давать горизонтальную линию, а измеряемый объем должен находиться в пределах уровней допуска, указанных производителем. Если линия не горизонтальна (то есть она наклоняется вверх при уменьшении давления), это может указывать на утечку в испытательной полости или в зонде, или зонд, возможно, не был правильно введен в испытательную полость. Необходимо проверить правильность введения зонда и повторить проверку калибровки, при необходимости используя другую полость. Если невозможно получить горизонтальную линию, оборудование может быть не откалибровано. Исключением является полость объемом 5,0 см³, в которой нормально получить наклонную линию с понижением давления. Это происходит потому, что составляющая восприятия адмиттанса увеличивается с уменьшением давления, что более заметно при измерении больших объемов воздуха.

Следует отметить, что многие производители указывают 5% допустимости на объем полости. Исходя из этого, предложенные приемлемые значения для объема полости, следующие:

Полость	Допустимые значения
0,5 см ³	0,5 см ³
2,0 см ³	1,9-2,1 см ³
5,0 см ³	4,8-5,2 см ³

Они даны в качестве руководства, во всех случаях калибровка должна проводиться в соответствии с руководствами производителей и BS EN 60645–5.

Если будут использоваться тоны зонда 1000 Гц, должна использоваться высокочастотная калибровочная камера, предоставленная изготовителем. Эта тестовая полость не герметизирована, поэтому объем не измеряется. Измерение допуска должно проводиться при 0 даПа и сравниваться со спецификациями производителя.

Более подробное обследование и лабораторные испытания всех функций должны проводиться каждые шесть месяцев и проводиться не реже одного раза в год в соответствии с BS EN 60645–5. Оборудование, признанное не соответствующим калибровке, не должно использоваться для тестирования пациентов.

6. Подготовка пациента

Перед обследованием пациента (или у сопровождающего человека, ответственного за него) следует спросить, есть ли у него в настоящее время какие-либо жалобы, связанные с ушами (включая дискомфорт, боль и выделения), в настоящее время лечится ли он от любых заболеваний, связанных с ушами, или ранее была операция на ушах. Любые симптомы или другие соответствующие проблемы должны быть выявлены в беседе с пациентом по мере необходимости.

Пациент должен сидеть удобно и оставаться как можно более неподвижным во время проведения теста. Маленьких детей, возможно, должен держать взрослый, который должен быть лицом, ответственным за ребенка (родители). Например, ребенок может сидеть на коленях у взрослого сбоку, при этом руки ребенка были бы закреплены одной рукой, а голова ребенка была прижата к груди другой рукой. У детей старшего возраста и взрослых обычно достаточно инструкции оставаться на месте. Любые предметы,

которые могут помешать установке зонда (например, слуховой аппарат), должны быть удалены.

Тимпанометрии должно предшествовать отоскопическое исследование (см. BSA, 2010), чтобы убедиться в отсутствии противопоказаний для проведения исследования.

Тестирование должно проводиться только с осознанного согласия (например, в устной форме) от пациента или лица, ответственного за него разъясняется, что проведение тестирования является безопасным для него. При проведении тимпанометрии у новорожденных, отоскопия предназначена для осмотра наружного уха и выявления признаков воспаления, обтурации слухового прохода или порока развития. Следует проявлять особую осторожность, чтобы не вводить воронку глубоко в ушной канал маленьких детей.

6.1 Рекомендации по тестированию

Этот раздел предназначен как руководство при рассмотрении вопроса о том, насколько безопасно и целесообразно приступать к тимпанометрии. Он не является исчерпывающим и не предназначен для предписания и допускается на усмотрение достаточно опытных специалистов.

- У пациентов под общим наркозом может быть положительное пиковое давление выше 200 даПа из-за артефакта, вызванного анестезирующими газами. Тестирование может выполняться, но это следует учитывать при интерпретации результатов.
- Наличие дефектов наружного уха, таких как полный стеноз или атрезия. Для более комфортного исследования для пациента и более эффективного проведения теста, лучше использовать тип вкладыша «зонтик».
- Оторрея является противопоказанием к тимпанометрии во всех случаях.
- Острый средний отит
 - Если во время проведения отоскопии выявляются признаки воспаления, например-наблюдается гиперемия и отечная барабанная перепонка, тимпанометрия

противопоказана.

- Воспаление и/или болезненность в ухе при наружном отите
 - По возможности, тестирование должно начинаться со здорового уха, поэтому что пациент лучше может оценивать, исследование «больного» уха.
 - Если проведение тимпанометрии имеет клиническое значение, это должно происходить только с явного согласия пациента. Пациент должен знать, как сигнализировать о том, что тест следует прервать, если он испытывает дискомфорт.
- Присутствие инородного тела в ушном канале.
 - Иногда бывает желательно и целесообразно проводить тимпанометрию при наличии шунта (катушки), которая самопроизвольно удалена или может (удалится) выдавиться, хотя тестирование должно проводиться с осторожностью. В случае наличия инородных тел (например, насекомые, вата или горох) должны быть удалены перед тимпанометрией специалистом, квалифицированным и компетентным для этого, чтобы гарантировать, что наружный слуховой проход или барабанная перепонка не будут повреждены.
- Чрезмерное количество ушной серы
 - Тестирование противопоказано, если существует риск, что вставка зонда в слуховой проход может привести к смещению серы, что может повредить барабанную перепонку.
 - Мягкая ушная сера в хрящевой части слухового прохода может повредить тимпанометрический датчик.
 - Ушная сера должна быть удалена до тимпанометрии специалистом, который квалифицирован и компетентен для этого.
 - Хотя может быть полезно проведение тимпанометрии в ухе, когда осмотр барабанной перепонки невозможен из-за серы (т. е. чтобы увидеть, есть ли подвижность барабанной перепонки или возможно есть перфорация), это должно

быть выполнено только тогда, когда тестирующий квалифицирован, компетентен и опытен, чтобы сделать вывод о том, что это безопасно и целесообразно проводить. В таких случаях рекомендуется использовать зондового наконечника с зондом большого размера и удерживать его при проведении теста.

• **Перенесенная операция на ухе**

- Не существует согласованного стандарта, когда безопасно проводить тимпанометрию после операции на ухе. В случае сомнений по конкретному случаю, перед тестированием следует проводить медицинский консилиум.
- Тестирование должно проводиться только с учетом медицинского консилиума о том, что проведение теста безопасно после перенесенной операции на ухе (например, стапедэктомия, стапедотомия) или реконструкции барабанной перепонки (например, тимпанопластика, мирингопластика)
- Тимпанометрия не должна проводиться в течение 2 месяцев после операции на ухе, если она не была официально одобрена (и задокументирована) оториноларингологом.

6.2 Инструкции для пациента

Специалист должен использовать эффективную стратегию коммуникации общения с пациентом (или его / ее представителем) на протяжении всего времени исследования. При этом необходимо учитывать возраст пациента, слух, языковые навыки и любые другие возможные трудности общения.

Специалист должен объяснить и, при необходимости, продемонстрировать процедуру пациенту и / или лицу, ответственному за него. По возможности, пациент должен быть проинструктирован как немедленно сообщать о любом дискомфорте или боли, испытываемой во время проведения исследования. Должно быть получено информированное согласие (например, в устной форме) от пациента или лица, ответственного за субъект.

Специалист должен проинформировать испытуемого о том, что исследование можно

прервать в любой момент, например, если ему / ей становится не комфортно, и как сообщить о любом дискомфорте специалисту, проводящему исследование (например, подняв руку или сказав «стоп»). Следует использовать следующие инструкции или аналогичные, и полезно показать субъекту зонд, одновременно давая инструкции:

«Я вставлю зонд в слуховой проход. Зонд имеет мягкий наконечник для уплотнения уха. Вы будете чувствовать некоторое давление в ухе в течение нескольких секунд, пока я измеряю функцию вашего среднего уха. Этот тест является автоматическим, и я не требую от вас никаких действий, но, пожалуйста, избегайте ненужных движений и избегайте речи или глотания после того, как зонд был вставлен. Если вам покажется, что процедура болезненная и вы хотите, чтобы я остановился, укажите это, сказав «стоп» или подняв руку».

Хотя это выходит за рамки данной рекомендованной процедуры, если регистрация акустических рефлексов будут выполняться автоматически сразу после тимпанометрии, то это должно быть включено в инструкции, которые объясняются пациенту, чтобы гарантировать, что зонд остается в положении до завершения регистрации акустических рефлекторных тестов.

7. Методика проведения

7.1 Для пациентов старше 6 месяцев с использованием тестового тона 226 Гц

Установите чистый наконечник подходящего размера и формы на зонд и выпрямите слуховой проход, осторожно потянув за ушную раковину. Направьте зонд в направлении барабанной перепонки, чтобы избежать риска окклюзии зонда, например стенкой канала.

Установка зонда для получения воздухонепроницаемого уплотнения иногда затруднительна, особенно для неопытного специалиста. В случае возникновения трудностей следует изменить положение или размер наконечника зонда. Следует соблюдать осторожность, чтобы не прикладывать дополнительное давление и не вставлять наконечник слишком глубоко в ушной канал. Иногда полезно нанести на кончик зонда немного вазелина (стараясь не закрыть его отверстие), особенно если

входа в слуховой проход растут волосы. Это может привести к выскальзыванию зонда из уха при нагнетании положительного давления. После установки зонд не должен удерживаться на месте, так как это может стать источником артефактов. При правильной установке зонд обычно остается на своем месте. Если датчик не поддерживается тестером во время теста, следует убедиться, что кабель датчика правильно расположен и поддерживается так, чтобы он не натягивал датчик, заставляя его двигаться во время теста. Когда невозможно получить адекватную установку зонда, например, с маленькими детьми или когда анатомия наружного уха затрудняет это, допустимо удерживать зонд на месте, однако следует позаботиться о том, чтобы при результате не было артефактов и исследование повторяется при необходимости до получения четкого результата.

Следует использовать медленную скорость изменения давления (50 даПа/с или менее), но для маленьких детей может быть полезно использовать более быструю развертку, жертвуя некоторой точностью для скорости работы. При отсутствии других требований, тестирование должно начинаться с +200 даПа и заканчиваться после того, как пик, если он существует, будет четко зафиксирован (см. Приложение D, где описано влияние скорости и направления изменения давления). В автоматических системах обычно следует выбирать нижний предел около -300 даПа, в зависимости от прибора, но иногда может потребоваться перейти к -600 даПа в поисках пика. В случае нормальных тимпанограмм, отслеживание должно останавливаться на уровне -200 даПа для взрослых и -300 даПа для детей, чтобы минимизировать дискомфорт.

При тестировании взрослых и детей на одном и том же оборудовании все тестовые параметры должны быть проверены и установлены соответствующим образом перед тестированием.

Если будет получен неожиданный результат, тест должен быть повторен полностью, то есть путем удаления зонда, осмотра уха, проверки зонда, чтобы убедиться, что он не заблокирован, например серой, и повторного тестирования. Неожиданные результаты не должны приниматься без проверки их повторяемости, проверки калибровки зонда в испытательной полости и выполнения биологической калибровки.

После завершения тимпанометрии наконечник зонда должен быть удален, а все загрязненные наконечники должны быть утилизированы или очищены в соответствии с правилами септики и антисептики.

7.2 Для пациентов возрастом до 6 месяцев, с использованием тона зондирования 1000 Гц

Установите на зонд чистый наконечник подходящего размера и формы и выпрямите слуховой проход (например, осторожно потянув ушную раковину вниз и кнаружи). Направьте зонд в направлении барабанной перепонки, чтобы избежать риска прижатия наконечника к стенке канала. Движения младенца и плач могут привести к ложному пику на тимпанограмме. Ребенок не должен спать, но обязательно должен спокойно отдыхать во время проведения теста.

Направление изменения давления должно быть от положительного к отрицательному, а диапазон должен составлять, по крайней мере, от +200 даПа до -400дПа (и предпочтительно -600дПа). Следует использовать быструю скорость проведения до 600 дПа/с.

Рекомендованная система классификации - система Baldwin (2006), адаптированная из Marchant et al (1986). Адмиттанс рассчитывается по этой схеме, и нужно проверить, что оборудование настроено на это.

Результат тестирования обычно следует повторять, если это возможно, чтобы убедиться, что результат повторяется, учитывая возможные артефакты, такие как движение ребенка. Особенно важно провести повторное тестирование любого уха с ненормальной или трудной для интерпретации тимпанограммой.

После завершения тимпанометрии наконечник зонда должен быть удален, а все загрязненные наконечники должны быть утилизированы или очищены в соответствии с правилами асептики и антисептики.

8. Результаты и итоги

Следующий раздел предлагается в качестве руководства. Полная интерпретация результатов выходит за рамки этого документа.

Тимпанометрические результаты не идентифицируют патологию однозначно, и их следует интерпретировать в контексте другими обследованиями, полученной во время полного обследования, и особенно с учетом отоскопических результатов и истории болезни.

При подозрении на ложные результаты или артефакты тест следует повторить и осмотреть наконечник зонда, чтобы убедиться, что он не заблокирован, например, серой. К ним относятся пологие результаты тимпанограммы, тимпанограмма с более чем одним пиком, изменения объема ушной раковины во время тестирования, шумовые следы и объем ушных каналов, которые значительно выше или ниже, чем ожидалось.

8.1 Для пациентов возрастом более 6 месяцев с использованием зондового тона 226 Гц.

См. Рисунок 1 ниже для иллюстрации нормальной тимпанограммы у взрослых

8.1.1 Форма тимпанометрического пика

Тимпанограмма должна иметь один острый пик, как на рисунке 1. Двойные пики могут быть видны, когда есть рубцы на барабанной перепонке, но должны быть повторены, чтобы исключить артефакты. Закругленные или широкие пики также следует повторить. Тимпанометрическая ширина (ширина при высоте 50%) может использоваться в качестве дескриптора, и в этом случае значение менее 200 даПа может считаться нормальным для детей в возрасте от 1 до 7 лет (Nozza et al, 1994).

8.1.2 Пиковое давление барабанной перепонки и давление среднего уха

Пиковое давление барабанной перепонки - это значение на горизонтальной оси тимпанограммы, при которой возникает пик. Это используется для оценки давления в

среднем ухе, см. Приложение D. Нормальное давление в среднем ухе имеет среднее значение ноль. В тщательно контролируемых условиях диапазон 95% у нормальных людей составляет от -20 до $+20$ даПа, хотя давление от -50 до $+50$ даПа можно считать нормальным у взрослых; Давление до -100 даПа может иметь незначительное клиническое значение в изоляции. Дети часто имеют немного низкое давление среднего уха; давление до -200 даПа может иметь небольшое клиническое значение.

8.1.3 Адмиттанс и комплианс

Адмиттанс и комплианс — это величина по вертикальной оси. Адмиттанс и комплианс среднего уха — это пиковое значение адмиттанс и комплианса, при условии, что утечка слухового прохода была удалена (иногда называемый «исправленным» или «компенсированным»), как это обычно происходит по умолчанию. Адмиттанс среднего уха или податливость обычно находятся в диапазоне от $0,3$ до $1,6$ см³ у взрослых; $0,2$ см³ приемлемо в качестве нижнего предела у детей в возрасте до 6 лет, но не старше 6 месяцев. Обратите внимание, что единицы ml, cm³ и mmho являются взаимозаменяемыми при использовании тона зонда 226 Гц.

8.1.4 Объём слухового прохода

Акустические свойства слухового прохода (от кончика зонда до барабанной перепонки) обязательно участвуют в тимпанометрических измерениях (см. Определение эквивалентного объема, Приложение В). При частоте 226 Гц канал обеспечивает адмиттанс (или комплианс), который для практических целей может быть добавлен арифметически к адмиттансу, представленному средним ухом, если смотреть со стороны барабанной перепонки. Компоненты слухового прохода и среднего уха различают, применяя давление воздуха при тимпанометрии. Если кончик зонда будет перекрыт, например, стенкой канала, будет показан, казалось бы, небольшой объем канала, тогда как перфорация добавит объем среднего уха к объему канала, что дает аномально большой результат. Оклюзия зонда и перфорация будут сопровождаться плоской тимпанограммой. Типичные значения объема ушного канала (ECV) составляют от $0,6$ до $1,5$ см³ для взрослых и от $0,4$ до $1,0$ см³ для детей.

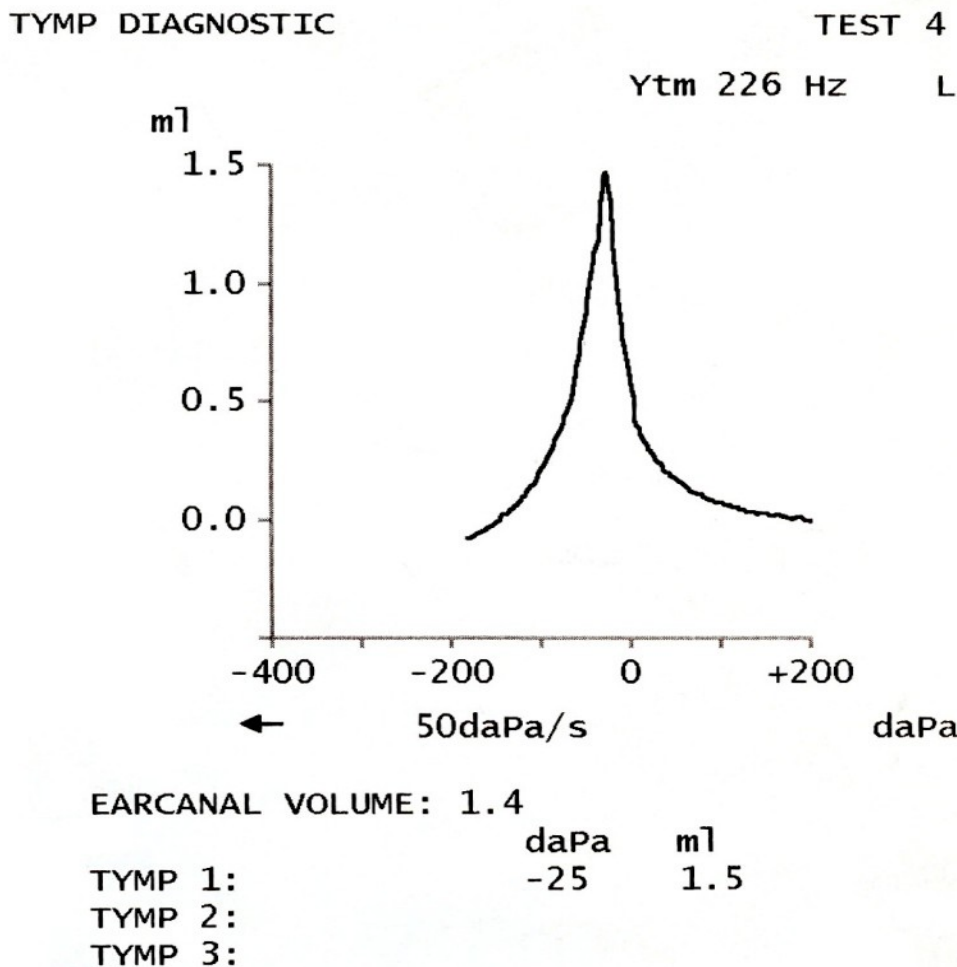


Рисунок 1

Пример нормальной тимпанограммы левого уха взрослого человека

8.1.5 Отчет о результатах

Отчет должен включать измерения, полученные давления среднего уха, адмиттанса или комплианса, и ECV. Объем слухового прохода особенно важен, когда тип плоской тимпанограммы, чтобы идентифицировать возможную открытую перфорацию и исключить обтурацию или неправильное размещение зонда (то есть у стенки слухового прохода). Форма тимпанограммы также должна быть описана, допустимы простые описания, такие как «нормальный», «округлый», «плоский», «широкий» или «W-образный» (Feldman 1975). В случае округлых или широких типов тимпанометрическое измерение ширины также может быть включено для пациентов в возрасте от 1 до 7 лет.

Использование систем классификации (Jerger, 1970; Jerger et al, 1972) тимпанограмм в соответствии с их формой не рекомендуется, поскольку это может привести к путанице или ошибкам, а также возможно, что не все специалисты, получающие данные результатов исследования будут быть знакомым с используемой системой классификации.

Копия тимпанограммы должна быть включена в отчет и может составлять основную ее часть, но желательно включать числовые значения давления в среднем ухе и адмиттанса или комплианса особенно если диаграммы записи напечатано с несколькими шкалами. Если тимпанограмма плоская или почти плоская, давление в среднем ухе может быть сообщено как «неопределенное». Формы отчета должны включать нормальные значения в качестве помощи для интерпретации. Более подробные и нормативные ссылки на данные читатель может найти в Американской ассоциации речевого языка и слуха (1988).

8.2 Пациенты в возрасте до 6 месяцев, при использовании тестового тона зондирования 1000 Гц

При использовании высокочастотных зондовых тонов значение объема ушного канала не следует принимать во внимание, поскольку оно не будет точным. Исключением является использование в качестве индикатора возможной обтурации (т. е. дан очень маленький объем), хотя это должно быть проверено (например, отоскопией или проверкой зонда).

Рекомендуется, чтобы зарегистрированные типы тимпанограмм были классифицированы как нормальные или ненормальные с использованием системы классификации, сообщенной Baldwin (2006; адаптировано из Marchant et al 1986); см. рисунок 2:

- Нарисуйте базовую линию на кривой при крайних значениях давления (от $-400 / -600$ до $+200$ даПа); если кривая опускается ниже оси x, базовая линия должна быть проведена по оси x, как показано на рисунке 2.

- Определите основной пик, который может возникнуть при любом давлении среднего уха.
- Нарисуйте вертикальную линию от базовой линии до пика.
- Если пик находится выше базовой линии, это положительный пик и нормальный.
- Если пик находится ниже базовой линии, это отрицательный пик и ненормальный.
- Если есть положительный и отрицательный пик, тип тимпанограммы должен быть классифицирован как положительный (т.е. Нормальный).
- Положительный пик при положительном или отрицательном давлении в среднем ухе классифицируется как нормальный, тогда как плоский или «желобчатый», то есть отрицательный пик является ненормальным.

Если условия хорошие, а результат ясен, повторение исследования не всегда необходимо для того чтобы сделать вывод. Однако тимпанометрию обычно следует повторять, если это возможно, для проверки надежности. Повторные тесты должны быть отнесены к той же категории положительных или отрицательных. Если результат неясен, тимпанометрию всегда следует повторять.

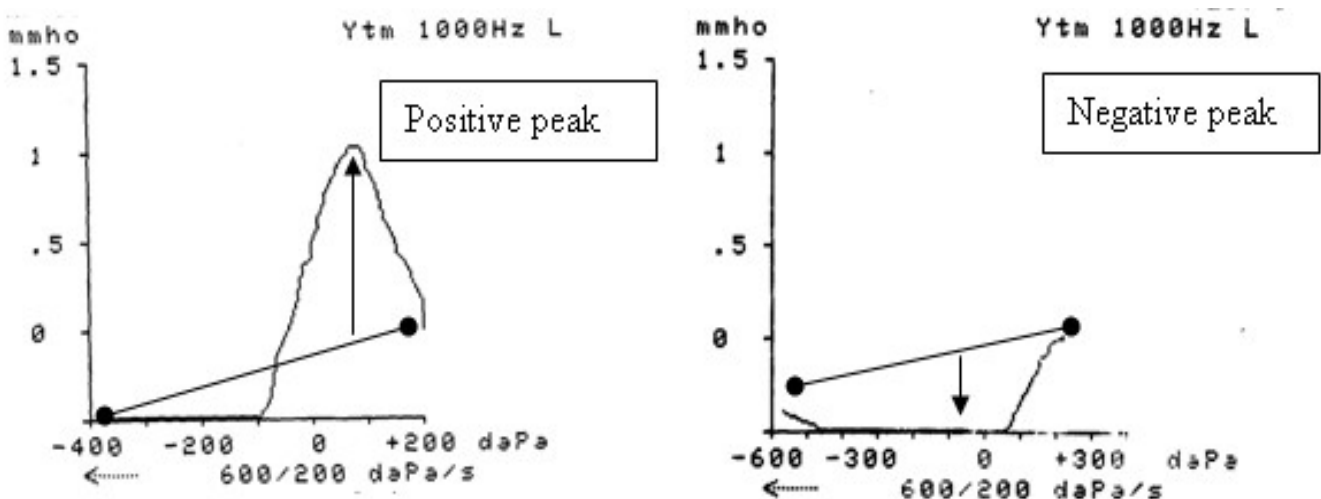


Рисунок 2

Примеры положительного и отрицательного пика (адаптировано из метода, использованного Marchant et al, 1986).

9. Ссылки

- American Speech-Language-Hearing Association (1988) Tympanometry. <http://www.asha.org/policy/RP1988-00027.htm> (accessed 17th July 2013).
- Baldwin M (2006) Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. *Int J Audiol* 45: 417–427.
- British Society of Audiology (2003) Procedure for Processing Documents. Reading: British Society of Audiology. British Society of Audiology (2010) Recommended Procedure for Ear Examination. Reading: British Society of Audiology.
- BS EN 60645-5:2005. Audiometric Equipment Part 5: Instruments for the Measurement of Aural Acoustic Impedance/Admittance. (Identical to IEC 60645- 5:2004.)
- Eliachar I, Northern JL (1974) Studies in tympanometry: validation of the present technique for determining intra-tympanic pressures through the intact eardrum. *Laryngoscope* 84: 247–255.
- Feldman AS (1975) Tympanometry: procedures, interpretation and variables. In: Feldman AS, Wilbur LA (eds), *Acoustic Impedance and Admittance: The Measurement of Middle Ear Function*, pp. 103–155. Baltimore: Williams and Williams.
- Flisberg K, Ingelstedt S, Ortegren U (1963) On middle ear pressure. *Acta Otolaryngol* 182: 43–56. Fowler CG, Shanks JE (2002). Tympanometry. In J. Katz (ed), *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed), pp. 175–204. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Jerger J (1970) Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol* 92: 311–324.
- Jerger J, Jerger SJ, Maudlin L (1972) Studies in impedance audiometry: I. normal and sensorineural ears. *Arch Otolaryngol* 96: 513–523.
- Marchant CD, McMillan PM, Shurin PA, Johnson CE, Turczyk VA, Feinstein JC, Panek DM (1986) Objective diagnosis of otitis media in early infancy by tympanometry and ipsilateral acoustic reflexes. *J Pediatr* 109: 590–595.
- Margolis RH, Smith P (1977) Tympanometric asymmetry. *J Speech Hear Res* 20: 437–446.
- Moller AR (1965) An experimental study of the acoustic impedance of the middle ear and its transmission properties. *Acta Otolaryngol* 60: 12–149.
- Newborn Hearing Screening Programme Clinical Group (2008) Tympanometry in babies under 6 months: a recommended test protocol. Nozza RJ, Bluestone CD, Kardatzke D,

Bachman R (1994) Identification of middle ear effusion by aural acoustic immittance measurements for diagnosis of middle ear effusion in children. *Ear Hear* 15: 310–323.

- Rabinowitz WM (1981) Measurement of the acoustic input immittance of the human ear. *J Acoust Soc Am* 70: 1025–1035.
- Renvall U, Holmquist J (1976) Tympanometry revealing middle ear pathology. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 85: 209–215. Shanks JE, Lilly DJ, Margolis RH, Wiley TL, Wilson RH (1988) Tutorial: tympanometry. *J Speech Hear Dis* 53: 354–377.
- Vanpeperstraete P, Creten W, Van Kamp KJ (1979) On the asymmetry of susceptance tympanograms. *Scand Audiol* 8: 173–179

Приложение А. Авторы и благодарности

Документ, на котором основывались текущие рекомендации по высокочастотной тимпанометрии, был написан Маргарет Болдуин (редактор), Грэмом Саттоном, Джуди Гравел и Робом Лоу; оно было одобрено Клинической группой Программы слуха новорожденных NHS (2008). Текущий обзор этого документа был передан BSA в 2011 году и был включен в Рекомендуемую процедуру BSA для тимпанометрии.

Объединенный документ был пересмотрен и обработан Комитетом по профессиональной практике в сотрудничестве с Маргарет Болдуин в период с мая 2011 года по июль 2013 года. Комитет благодарит всех, кто был связан с предыдущими версиями этого документа, и всех, кто внес вклад в этот обзор, включая консультации (лето 2012 года). Электронная копия анонимных комментариев, полученных в ходе этой консультации, и ответов на них авторов, доступна в BSA по запросу.

Приложение В. Определения

Акустический адмиттанс. Обратная величина акустического сопротивления (импеданса). Три компонента адмиттанса - это проводимость, положительная проводимость (сусептанс) и отрицательная проводимость.

Примечание об акустическом адмиттансе: большинство существующего акустического импеданса / адмиттанса представляют результат в виде адмиттанса или комплианса ,

выраженных в эквивалентном объеме воздуха, который приемлем при 226 Гц.

Акустический комплианс. Отношение объемного смещения к акустическому давлению на поверхности.

Примечания по акустической совместимости:

Акустический комплианс является акустическим аналогом электрической емкости. Это фундаментальное свойство идеализированного акустического элемента, движение которого в ответ на звук определяется исключительно его упругими (пружинящими) свойствами.

На низких частотах среднее ухо в практических целях работает как чистый комплианс, а при тимпанометрии (при 226 Гц) комплианс, представленная зонду, может быть принята как сумма комплианса среднего уха и комплианса воздуха в ушном канале. Комплианс среднего уха является мерой его «подвижности» на низких частотах. Частота зондирования 1000 Гц используется для младенцев, потому что импеданс/адмиттанс их ушей преобладает.

Акустический адмиттанс, связанный с чистым комплиансом, прямо пропорционален комплиансу и частоте звука.

Акустический импеданс. Противодействие потоку звука через поверхность.

Акустический импеданс состоит из трех компонентов: сопротивления, отрицательного реактивного сопротивления (относительно массы системы) и положительного реактивного сопротивления (относительно жесткости системы).

Коррекция возраста. Используется для возраста детей в возрасте до 2 лет, которые родились недоношенными, и представляет возраст ребенка от предполагаемой даты рождения. Например, 36-недельный ребенок, который родился на 28 неделе беременности (то есть на 12 недель раньше), имеет исправленный возраст 24 недели.

Эквивалентный объем. Объем заполненной воздухом полости, имеющей такую же акустическую проницаемость (или полное сопротивление, соответствие и т.д.), что и у компонента или системы, которую он представляет. Одним из следствий этого является то, что объем слухового прохода не измеряется напрямую, а выводится из измерения допуска.

Адмиттанс и комплианс среднего уха. (Также известный как: статическая акустическая пропускная способность с компенсацией пика, 200 мкм). В тимпанометрии разница между максимальной адмиттансом/ комплиансом и адмиттанс/комплианс измерением при эталонном давлении, достаточного для эффективного устранения влияния среднего уха.

Примечания относительно адмиттанса / комплианса среднего уха:

Эталонное давление обычно составляет положительное давление 200 даПа. При этом давлении указанная пропускная способность или податливость соответствует воздухозаборному пространству внутри слухового прохода между кончиком зонда и барабанной перепонкой. Тимпанометрия должна обычно начинаться с эталонного давления.

Измеренное значение адмиттанса или комплианса среднего уха может зависеть от скорости и направления изменения давления во время тимпанометрии, а также от времени, в течение которого применялось постоянное давление (контрольное давление).

Давление среднего уха. Статическое давление в среднем ухе относительно атмосферного давления окружающей среды. Это оценивается по пиковому давлению барабанной перепонки. *См. Приложение D.*

Пиковый адмиттанс и комплианс. В тимпанометрии максимальный адмиттанс / комплианс; высота пика тимпанограммы.

Зонд. Соединительное устройство со слуховым проходом, соединяющее тимпанометр с

ухом.

Тимпанограмма. График акустического импеданса / адмитанса (или соответствующей величины, такой как податливость) в зависимости от давления воздуха во внешнем ухе.

Пиковое давление барабанной перепонки. Это давление в ушном канале, при котором возникает пик тимпанограммы, и оно используется для оценки давления в среднем ухе. См. Приложение D.

Тимпанометрическая ширина. Рассчитывается путем измерения ширины кривой тимпанограммы на 50% ее высоты. Значение менее 200 даПа можно считать нормальным для детей в возрасте от 1 до 7 лет (Nozza et al, 1994). Тимпанометрическую ширину иногда также называют тимпанометрическим градиентом, хотя это не обязательно одно и то же, и чаще всего это не так. Градиент описывает крутизну пика тимпанограммы вблизи этого пика (Fowler and Shanks 2002). Различные производители могут использовать разные алгоритмы для получения этого, поэтому использование тимпанометрической ширины может быть более последовательным и надежным.

Тимпанометрия. Измерение акустического импеданса / адмитанса (или связанных величин, таких как податливость) как функции давления воздуха во внешнем ухе.

Примечание по тимпанометрии: термины аудиометрия импеданс / адмиттанс, акустическая адмиттанс и аудиометрия иммитанса являются недооценёнными.

Приложение С. Единицы

Таблица 1

Сравнение единиц и рекомендованных для тимпанометрии

Количество	Абсолютная значение	Обычные значения	Рекомендуемое значение
Акустический импеданс	Pa s m^{-3}	ohm (cgs)	$\text{cm}^3 \text{equiv. vol.}$
Акустический	$\text{m}^3 \text{Pa}^{-1} \text{s}^{-1}$	mho (cgs)	$\text{cm}^3 \text{equiv. vol.}$

адмитанс			
Абсолютный комплианс Pa^{-1}	$\text{m}^3 \text{Pa}^{-1}$	$\text{cm}^3 \text{equiv. vol.}$	$\text{cm}^3 \text{equiv. vol.}$
Относительное давление воздуха	Pa	mm water	daPa

Примечания относительно единиц измерения:

При 226 Гц акустическая проницаемость заполненной воздухом полости объемом 1 cm^3 составляет $1,0 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ Pa}^{-1}$ (1,0 мм рт.ст., кгс) при стандартном атмосферном давлении ($1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$). Это не так при 1000 Гц, поэтому $\text{cm}^3 \text{ экв.}$ не следует использовать на этой частоте; скорее используйте mmho . Давление воды 1 мм эквивалентно 0,98 даПа

Приложение D. Влияние скорости и направления развертки.

Тимпанометрия переоценивает объем слухового прохода на 24–39% (Margolis and Smith, 1977; Moller, 1965; Rabinowitz, 1981; Shanks и др., 1988; Vanpeperstraete и др., 1979). Использование нисходящих разверток и более медленных скоростей сводит к минимуму этот эффект.

Пиковое давление на тимпанограмме может переоценивать давление в среднем ухе на 30–70 даПа, особенно при небольших объемах среднего уха или гипермобильных барабанных перепонках (Eliachar and Northern, 1974; Flisberg et al, 1963; Renvall and Holmquist, 1976), а также при более высоких скоростях развертки используемый.

Гистерезис - это термин для смещения пика давления в направлении развертки, который больше при более высоких скоростях развертки.

Приложение E. Примеры тимпанометрии 1000 Гц

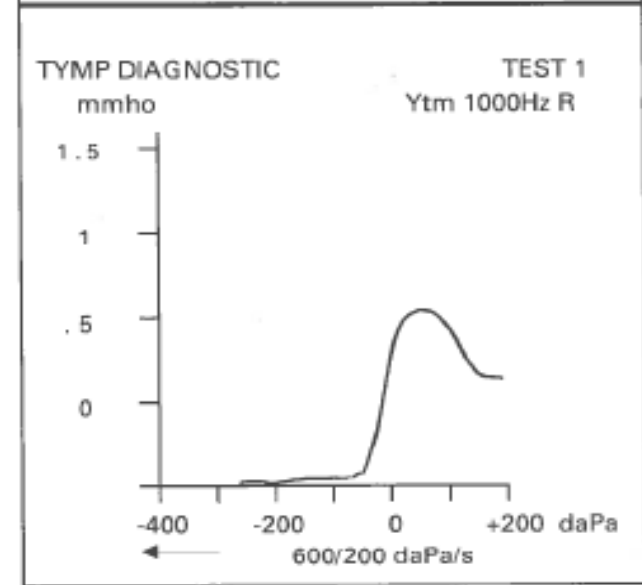
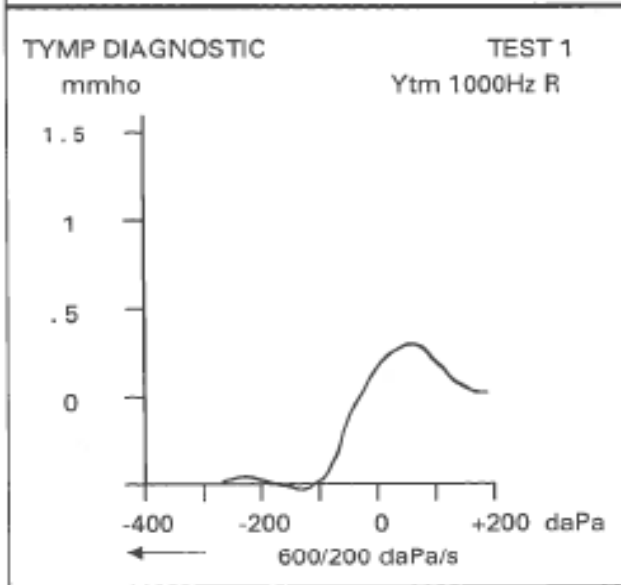
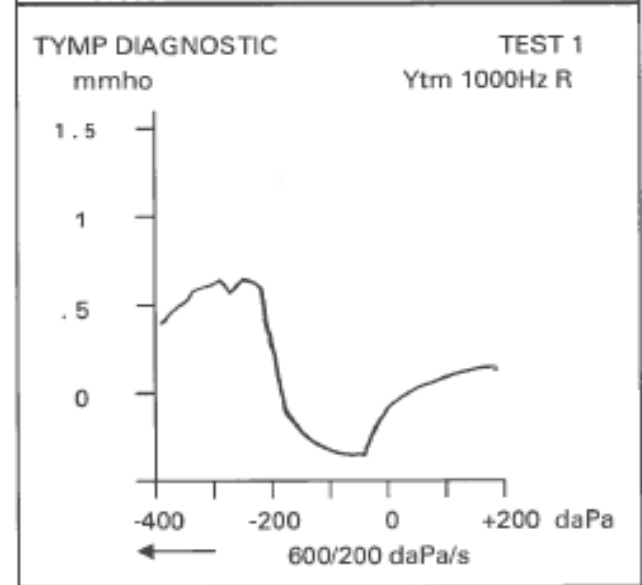
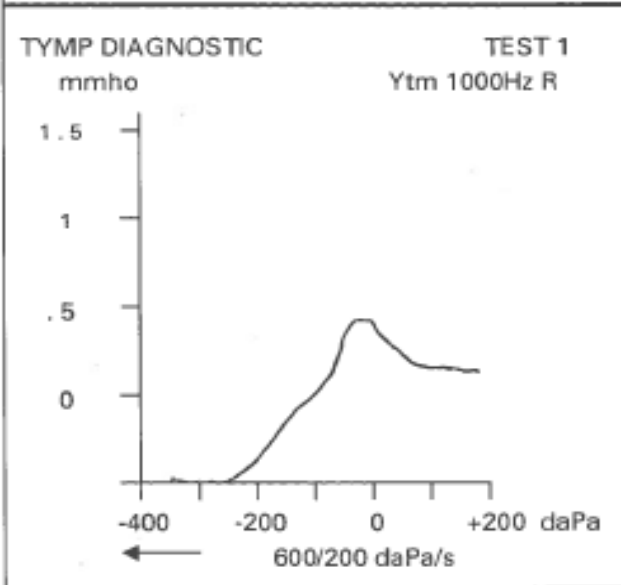
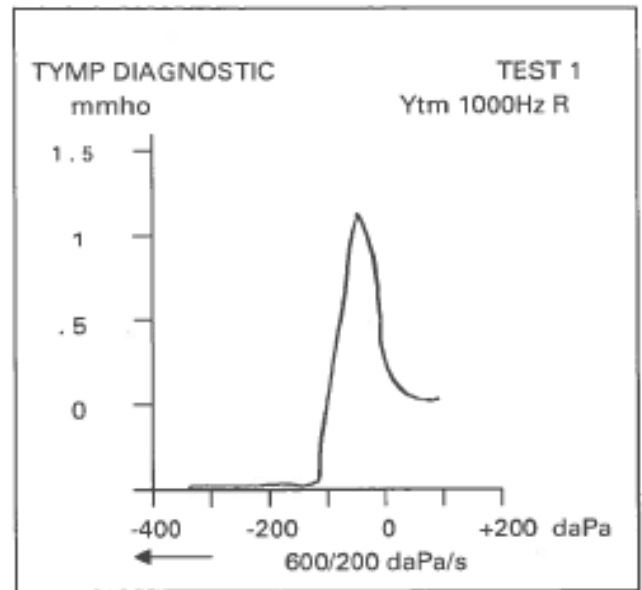
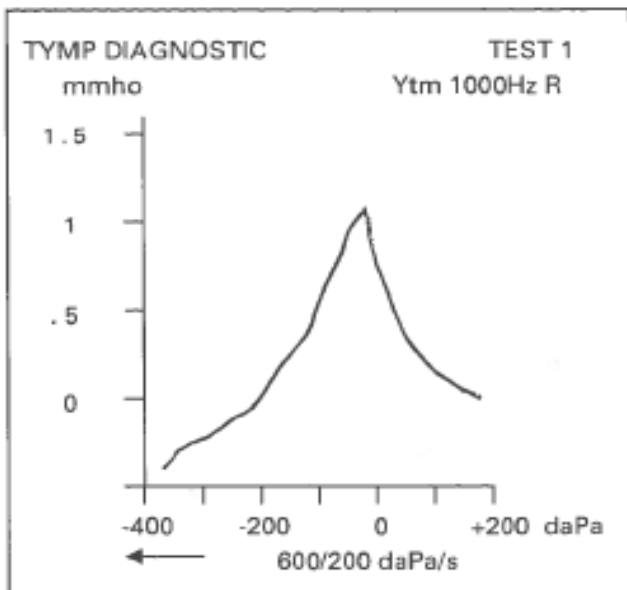


Рисунок 3

Пример тимпанограммы с зондирующим тоном классифицируется как «норма»

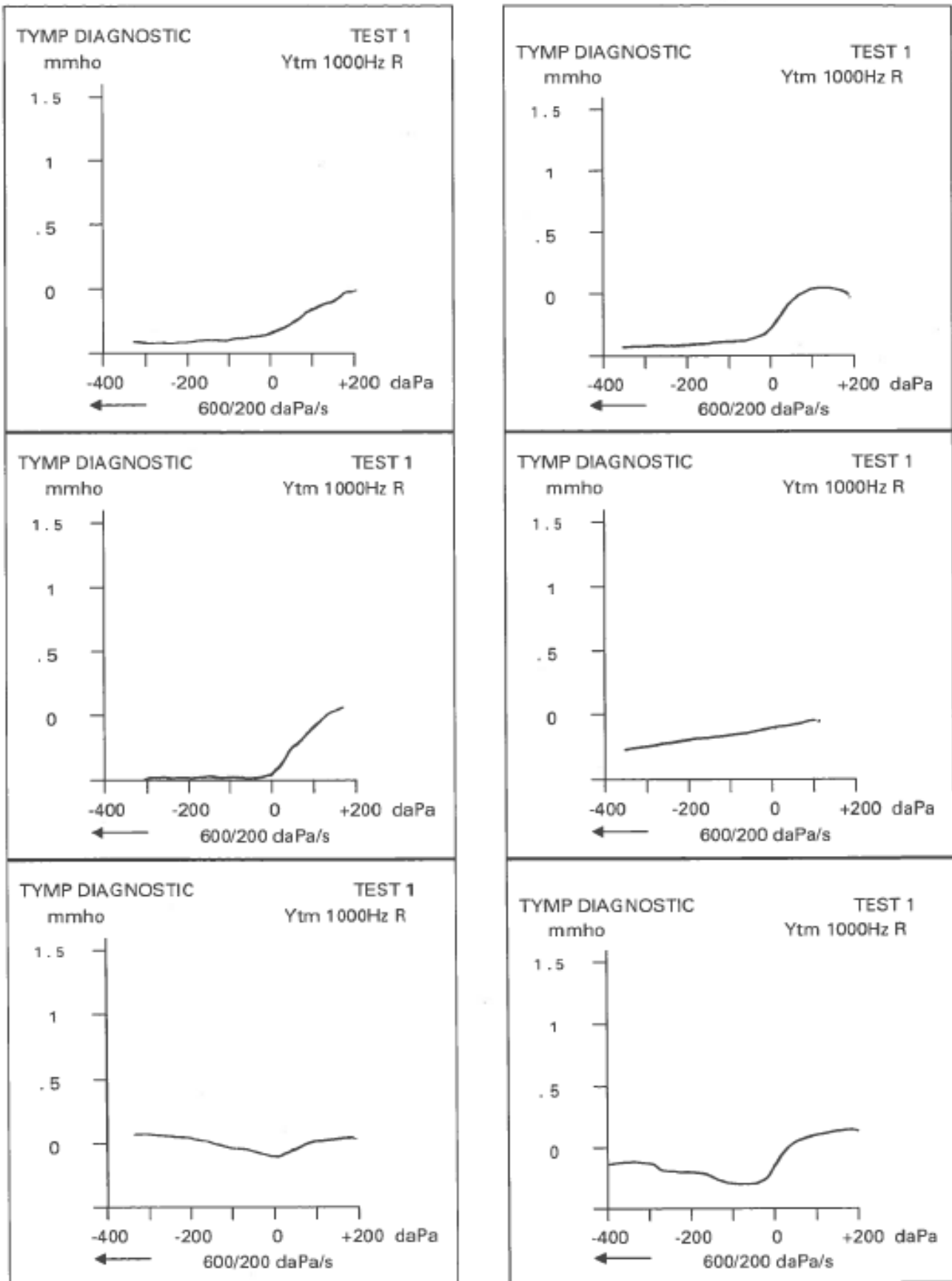


Рисунок 4

Пример тимпанограммы с зондирующим тоном классифицируется как «не норма»