

Определение слуховой чувствительности уха аудиометром

Толлибоева Гулмирахон (студентка Ферганского Медицинского
Института Общественного Здоровья)

Холикбердиев Азизбек (студент Ферганского Медицинского Института
Общественного Здоровья)

Аннотация. В статье рассматриваются физические аспекты определения слуховой чувствительности уха с помощью аудиометра. Аудиометрия представляет собой метод диагностики, основанный на измерении порогов слышимости для различных частот и интенсивностей звука. Основные физические принципы, лежащие в основе работы аудиометра, включают генерацию и передачу звуковых волн, их усиление и преобразование в электрические сигналы в ухе. Анализ аудиограмм позволяет выявить тип и степень слуховых нарушений, что имеет важное значение для разработки индивидуальных планов лечения и реабилитации пациентов с нарушениями слуха. Понимание физики звука и его взаимодействия с биологическими структурами уха способствует улучшению диагностических методик и эффективности слухопротезирования.

Ключевые слова. Аудиометрия, слуховая чувствительность, звуковые волны, частота, интенсивность звука, пороги слышимости, аудиограмма, физика звука, биофизика уха, слуховые аппараты, усиление звука, трансформация звука, среднее ухо, внутреннее ухо, улитка.

Введение. Слуховая чувствительность уха является важным аспектом человеческого восприятия, влияющим на способность взаимодействовать с окружающим миром. Нарушения слуха могут существенно снижать качество жизни, затрудняя общение и восприятие окружающей среды. Аудиометрия – это метод диагностики, который позволяет точно оценить слуховую чувствительность человека. Основой аудиометрии является измерение порогов слышимости для различных частот и интенсивностей звука с использованием аудиометра. Физические принципы, лежащие в основе работы аудиометра, включают генерацию звуковых волн, их передачу через наушники или костный вибратор, и последующую регистрацию порогов слышимости. Звуковые волны,

представляющие собой механические колебания среды, взаимодействуют с биологическими структурами уха, вызывая преобразование механической энергии в электрические сигналы, воспринимаемые мозгом.

Физические принципы работы аудиометра

Аудиометр – это медицинское устройство, основанное на физических принципах звуковых волн. Звук представляет собой механическую волну, распространяющуюся в среде (воздухе, воде, твердых телах) в виде колебаний частиц среды. Основные характеристики звуковых волн, которые важны для аудиометрии, включают частоту, интенсивность и амплитуду.

Частота (f). Определяет высоту звука и измеряется в герцах (Гц). Звуковые волны с различными частотами по-разному воспринимаются человеческим ухом, что важно для определения порогов слышимости.

Интенсивность (I). Отражает мощность звуковой волны и измеряется в децибелах (дБ). Интенсивность звука определяет его громкость, и порог слышимости измеряется как минимальная интенсивность, при которой звук становится слышимым.

Амплитуда. Амплитуда звуковой волны связана с интенсивностью звука и является мерой максимального отклонения частиц среды от положения равновесия.

Методика проведения аудиометрии

1. Генерация звуковых сигналов:
 - Аудиометр генерирует звуковые сигналы с различными частотами и интенсивностями, используя электронные осцилляторы и усилители.
 - Эти сигналы передаются через наушники или костный вибратор к уху пациента.
2. Измерение порогов слышимости:
 - Интенсивность звукового сигнала постепенно увеличивается от минимального уровня, пока пациент не услышит звук.
 - Для каждой частоты измеряется минимальная интенсивность звука, при которой пациент фиксирует его наличие, что называется порогом слышимости.
3. Запись и анализ данных:

- Полученные данные записываются в аудиограмму, которая представляет собой график зависимости порогов слышимости от частоты.
- Аудиограмма позволяет выявить отклонения от нормальных порогов слышимости и определить тип слуховых нарушений.

Физические аспекты восприятия звука

Человеческое ухо представляет собой сложную биофизическую систему, преобразующую звуковые волны в электрические сигналы, которые передаются в мозг. Этот процесс включает несколько этапов:

1. Передача звуковых волн:
 - Звуковые волны улавливаются ушной раковиной и направляются в слуховой канал.
 - Барабанная перепонка колеблется под воздействием звуковых волн, передавая вибрации в среднее ухо.
2. Усиление звука:
 - Косточки среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко) усиливают механические колебания и передают их к овальному окну внутреннего уха.
3. Трансформация звука:
 - Внутреннее ухо, или улитка, содержит жидкость и чувствительные волосковые клетки, которые преобразуют механические колебания в электрические сигналы.
 - Эти сигналы передаются по слуховому нерву в мозг, где они интерпретируются как звуки.

Взаимодействие звуковых волн с биологическими структурами уха

Физика звука играет решающую роль в понимании того, как звуковые волны взаимодействуют с биологическими структурами уха. Механические колебания барабанной перепонки передаются через три маленькие косточки среднего уха к овальному окну, вызывая вибрации в жидкости внутреннего уха. Эти вибрации, в свою очередь, возбуждают волосковые клетки, которые преобразуют механические движения в электрические сигналы. Эти сигналы передаются через слуховой нерв в мозг, где интерпретируются как звуковые впечатления.

Факторы, влияющие на слуховую чувствительность

1. Акустическая импеданс. Сопротивление, которое ухо оказывает звуковым волнам, зависит от частоты звука и состояния слуховых структур. Изменения импеданса могут указывать на наличие патологий.

2. Резонансные частоты. Частоты, при которых структуры уха наиболее эффективно передают звуковые колебания, могут варьироваться в зависимости от индивидуальных анатомических особенностей.

3. Возрастные изменения. С возрастом эластичность и подвижность слуховых структур могут снижаться, что влияет на пороги слышимости.

Заключение. Определение слуховой чувствительности уха с помощью аудиометра является важным и точным методом диагностики, основанным на физических принципах звуковых волн и их восприятия человеческим ухом. Аудиометрия позволяет измерить пороги слышимости для различных частот, что помогает выявить и классифицировать слуховые нарушения. Понимание физики звука и его взаимодействия с биологическими структурами уха не только обеспечивает точную диагностику, но и способствует разработке эффективных методов лечения и реабилитации, таких как слуховые аппараты и кохлеарные импланты. Регулярное использование аудиометрии играет ключевую роль в раннем выявлении проблем со слухом, улучшая качество жизни пациентов. Таким образом, интеграция физических и биологических знаний в аудиометрии является неотъемлемой частью современной медицины и биофизики, направленной на улучшение слуховых возможностей человека.

Использованная литература:

1. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Дрофа, 2003. — 560 с.: ил.
2. Речевая аудиометрия: учебное пособие / М.Ю. Бобошко. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2012. – 64 с.
3. https://www.orgma.ru/sveden/education/Metod_Biofizika_Stomatologiya-021.pdf
4. https://studbooks.net/796946/meditsina/metody_audiometrii
5. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/281225/1/124.pdf>