

Ухо и слух: возрастные стандарты

Давыдкин-Гогель Михаил Михайлович, Тарасенко Данил Сергеевич

Самарский государственный медицинский университет, Самара

Научный(-е) руководитель(-и) – кандидат биологических наук, доцент Обчинников

Евгений Леонтьевич, Самарский государственный медицинский университет, Самара

Введение

Слуховые эффекты с возрастом сопровождаются изменением диапазона воспринимаемых ухом частот звука. Отмечается, что для слуха разных людей свойствен различный порог восприятия верхних частот поступающего в ухо звука. Как правило, отмечается снижение его величины, особенно с возрастом: по данным G. von Békésy, снижение порога восприимчивости верхних частот составляет около 80 Гц за каждые полгода жизни человека, или примерно 1% за год. Проблема природы изменения диапазона восприятия ухом звука с установлением биофизических механизмов и характеристик этого временного (возрастного) процесса является важной диагностической, лечебной и профилактической задачей. К звуковым явлениям, реально наблюдаемым в жизни человека, и связанным с изменением величины воспринимаемого им звукового диапазона относятся: снижение с возрастом верхнего предела частоты воспринимаемого звука; увеличение с возрастом нижнего предела частоты воспринимаемого звука; искажение восприятия звука в любом частотном диапазоне. Биофизической основой изменения пороговых частот восприятия звука является морфофункциональная акустическая модель слуха.

Цель исследования

Цель работы – биофизическое моделирование процессов возрастной эволюции внутреннего уха.

Материалы и методы

Методы исследования: математическое моделирование.

Результаты

Для большого диапазона воспринимаемых человеком звуковых частот установим статистический закон, выражающий зависимость воспринимаемой величины частотного диапазона от времени. Пусть за время Δt в области высоких частот (ВЧ) с граничной частотой восприятия $f = f_{\text{mo}} = 20$ кГц теряется часть осязаемых частот до f_{max} на величину $\Delta f = f_{\text{mo}} - f_{\text{max}}$ из общего звукового диапазона. Можно считать, что сокращение воспринимаемого диапазона на $-\Delta f$ с течением времени пропорционально первоначальной величине самого диапазона и длительности процесса, то есть $-\Delta f = r f_{\text{mo}} \Delta t$, где r – постоянная звукопотерь ВЧ слуховым органом с единицей измерения $[r] = 1/\text{год}$. Для идеи G. von Békésy постоянная звукопотерь ВЧ имеет смысл вероятности смещения границы верхней пороговой частоты воспринимаемого звука в сторону ее снижения и является индивидуальной характеристикой каждого человека. Переходя от конечных разностей в уравнении к бесконечно малым, получаем дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными $df = -r f dt$.

Выводы

Базируясь на морфофункциональных представлениях о структуре улиткового протока, мы можем обосновать подобное временное соотношение улиткового протока как линейно-временной закон. Он выглядит в виде уравнения $L(t) = L_0 \cdot \exp(-kt)$, где $k = 0.006/\text{год}$ – линейный коэффициент возрастной эволюции улиткового протока, где $L_0 = 32$ мм длина стандартного улиткового протока. Установленные законы приобретают фундаментальное значение без учета внешних факторов воздействия.