

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПОРОГОВ ЗВУКОВОСПРИЯТИЯ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

Зайцева Ж.И.¹, Неделева А.В.¹, Кирилов И.С.¹

¹ГБОУ ВПО «Нижегородский Государственный педагогический университет им. К.Минина Минобрнауки России», Нижний Новгород, Россия (603950, Нижний Новгород, ГСП-37, ул. Ульянова, д.1), e-mail: e361oa@yandex.ru

Исследования показали, что высокочастотные и низкочастотные пороги звуковосприятия меняются на пяти разных по силе уровнях звукового давления от первого уровня в 1 усл. ед. до пятого уровня в 100 усл. ед. в группах испытуемых, различающихся по возрасту и полу. Наибольшая чувствительность, т.е. меньшие пороги на низких частотах и большие пороги на высоких частотах, зарегистрирована у подростков 11–13 лет. У мужчин низкочастотные пороги в возрасте от 11 до 45 лет меняются незначительно в пределах $M \pm m$ от $62 \pm 2,87$ до $66 \pm 3,67$ Гц. У женщин от 11 до 45 лет низкочастотные пороги достоверно повышаются с $53 \pm 2,57$ до $69 \pm 2,74$ Гц. У подростков-мальчиков в 11–13 лет высокочастотный порог звуковосприятия составил $15971 \pm 25,5$ Гц, что примерно в 4 раза выше, чем у пожилых мужчин в возрасте 67–75 лет, у которых высокочастотные пороги от $4194 \pm 1077,9$ до $5368 \pm 1083,8$ Гц. У подростков-девочек в 11–13 лет высокочастотный порог составил $15883 \pm 77,4$ Гц, что примерно в 5 раз выше, чем у пожилых женщин, где он составил $3230 \pm 624,2$ Гц. При первом повышении звукового давления до второго уровня на 25 усл. ед. во всех возрастных группах для лиц мужского и женского пола наблюдаются достоверное снижение низкочастотных порогов слуха и повышение высокочастотных порогов. При каждом последующем повышении уровня звукового давления от 25 к 50 усл. ед., затем к 75 и 100 усл. ед. во всех возрастных группах наблюдаются снижение низкочастотного порога слуха и повышение высокочастотного порога слуха. Однонаправленного преобладания (доминантности) по слуховым порогам правого или левого уха не выявлено.

Ключевые слова: уровни звукового давления, высокочастотные, низкочастотные пороги, звуковосприятие, возрастные группы

STUDY LOW AND HIGH LEVELS OF SOUND PERCEPTION IN GROUPS OF PEOPLE VARIOUS AGES

¹ Zaitseva J.I., ¹ Nedeliaeva A.V., ¹ Kirilov I.S.

¹ Minin State Pedagogical University, Nizhny Novgorod (603950 Nizhny Novgorod, GSP-37, st. Ulyanova, 1), e-mail: e361oa@yandex.ru

Studies have shown that high-frequency and low frequency sound levels of perception changed in five levels of sound pressure level from the first level (unit 1) to the fifth level of 100 units in groups of subjects of different age and gender. The greatest sensitivity (lower levels at low frequencies and high levels at high frequencies), is registered in teenagers of 11–13 years. Men's low frequency levels between the ages of 11 and 45 vary significantly within $M \pm m$ from $62 \pm 2,87$ to $66 \pm 3,67$ Hz. Women's bass levels significantly increased from $53 \pm 2,57$ to $69 \pm 2,74$ Hz. The group of boys 11–13 years high level of sound perception amounted to $15971 \pm 25,5$ Hz, which is about 4 times higher than that of older men aged 67–75 years with high levels of $4194 \pm 1077,9$ to $5368 \pm 1083,8$ Hz. In girls group 11-13 years high level was $15883 \pm 77,4$ Hz, which is about 5 times higher than in older women ($3230 \pm 624,2$ Hz). The first increase in the sound pressure of 25 units in all age groups for males and females observed a significant decrease in the levels of low-frequency hearing and improving high levels. Each subsequent increase in the sound pressure level of 25 to 50 units, then to 75 and 100 units in all age groups there is a decrease the level of low-frequency hearing and increasing the level of high-frequency hearing. There was no evidence of dominance of low-frequency and high-frequency levels for the right or left ear.

Keywords: sound pressure levels, high-frequency, low-frequency levels, sound perception, age groups

Звук является одним из регуляторов поведения и деятельности человека [4]. Наличие в окружающем нас пространстве источников звука, перемещение звуковых объектов, изменение громкости звука характеризуют поведение человека в окружающей среде [1, 2]. Бинауральность — восприятие звука двумя ушами — дает возможность локализовать

объекты в пространстве. Слуховое восприятие делает возможным общение с другими людьми с помощью речи. Люди с ограничениями по слуху испытывают затруднение в общении. По различным данным от 3 до 7 % населения страны страдают нарушением слуха [3, 4]. По прогнозам ВОЗ число людей с нарушением слуха будет расти. Нарушение деятельности слухового анализатора негативно сказывается на развитии ребенка и существенно затрудняет жизнь взрослого, ограничивая его связь с внешним миром. В связи с этим проблема оценки состояния слухового аппарата в разном возрасте практически интересна в плане решения вопроса ранней профилактики тугоухости от подросткового до пожилого возраста.

Цель данного эксперимента — исследование низкочастотных и высокочастотных порогов звуковосприятия на разных уровнях звукового давления (УЗД) в разновозрастных группах мужского и женского пола; проверка латерализации, изучаемых показателей у мужчин и женщин в разных возрастных группах.

В эксперименте участвовали 70 человек, составивших 8 экспериментальных групп разного возраста и пола: 11–13 лет, 20–24 года, 40–45 лет, 67–75 лет. Исследование проводилось на ПК с помощью программы «Ear test» [5]. Программа позволяет исследовать пороги восприятия звука с 20 Гц до 16 000 Гц. В ходе наблюдения испытуемый находится рядом с экспериментатором, в состоянии сидя в наушниках, подключенных к ПК. На ПК и в наушниках поставлена громкость звука на 100%. Основными характеристиками звука являются сила и частота звуковых колебаний. Силу звука — уровень звукового давления (УЗД) оценивали в 5 диапазонах: 1, 25, 50, 75, 100 усл. ед. по шкале «volume». На данных 5 уровнях звукового давления регистрировали показатели начальной низкой частоты звуковосприятия и конечной, высокой частоты звуковосприятия по словесному отчету испытуемого. По шкале Frequency (частота звука) прибавляется частота звуковых колебаний пошагово (шаг 10 Гц). Частота f Гц прибавляется до тех пор, пока испытуемый не говорит: «Слышу». Прибавление частоты производится до тех пор, пока испытуемый не скажет: «Не слышу». Тестировали правое и левое ухо. Результаты эксперимента заносились в протокол и обрабатывались методами вариационной статистики в программе Microsoft Office Excel. По воспринимаемым частотам рассчитывались $M_{cp} \pm m$ для каждого из 5 уровней звукового давления для всех возрастных групп.

Результаты исследования частотных порогов звуковосприятия у мужчин и у женщин в состоянии покоя на первом низком уровне звукового давления, равном 1 условной единице (усл. ед.), представлены в таблице 1; для всех 5 уровней звукового давления представлены в таблице 2.

Таблица 1

Низкочастотные и высокочастотные пороги звуковосприятия у мужчин и женщин на первом уровне звукового давления ($M_{cp} \pm m$)

Объект исследования частотных порогов в группах		Пороги (f Гц) в возрастных группах ♂м и ♀ж			
		11–13 лет	20–24 года	40–45 лет	67–75 лет
♂м min f Гц	Правое ухо	$62 \pm 2,87$	$66 \pm 3,67$	$64 \pm 3,36$	$102 \pm 23,92$
	Левое ухо	$63 \pm 2,11$	$63 \pm 4,76$	$66 \pm 3,02$	$82 \pm 4,98$
♂м max f Гц	Правое ухо	$15971 \pm 25,5$	$14889 \pm 371,8$	$10360 \pm 383,9$	$4194 \pm 1077,9$
	Левое ухо	$15967 \pm 30,7$	$15009 \pm 365,3$	$9865 \pm 323,4$	$5368 \pm 1083,8$
♀ж min f Гц	Правое ухо	$60 \pm 3,29$	$72 \pm 6,21$	$71 \pm 2,31$	$98 \pm 12,61$
	Левое ухо	$53 \pm 2,57$	$61 \pm 2,3$	$69 \pm 2,74$	$122 \pm 22,99$
♀ж max f Гц	Правое ухо	$15883 \pm 77,4$	$14658 \pm 360,5$	$11471 \pm 363,3$	$3230 \pm 624,2$
	Левое ухо	$15936 \pm 42,5$	$14929 \pm 363,7$	$11531 \pm 524,9$	$3046 \pm 791,6$

Пороги восприятия звука в области низких частот при первом уровне звукового давления у подростков 11–13 лет, у юношей 20–24 лет, у мужчин зрелого возраста 40–45 лет меняются незначительно для правого и для левого уха в пределах $M_{cp} \pm m$ от $62 \pm 2,87$ Гц до $66 \pm 3,67$ Гц. У мужчин старшей возрастной группы 67–75 лет пороги восприятия низких частот на первом уровне звукового давления значительно выше, чем в других возрастных группах, и составили для правого уха $102 \pm 23,92$ Гц и $82 \pm 4,98$ Гц для левого уха. Пороги восприятия звука в области низких частот на первом уровне звукового давления у женщин значительно менее стабильны и составляют в 11–13 лет для правого уха $60 \pm 3,29$ Гц, для левого уха $53 \pm 2,57$ Гц; в 20–24 года для правого уха $72 \pm 6,21$ Гц и $61 \pm 2,3$ Гц для левого уха; в 40–45 лет нижняя граница низких частот составила $71 \pm 2,31$ Гц для правого уха и $69 \pm 2,74$ Гц для левого уха. У пожилых женщин 67–75 лет низкочастотные пороги звуковосприятия, как и у мужчин, оказались достоверно самыми высокими при сравнении с другими возрастными группами и составили $98 \pm 12,61$ Гц для правого уха и $122 \pm 22,99$ Гц для левого уха. Наибольшую чувствительность к восприятию высоких частот при минимальном уровне звукового давления показали подростки в возрасте 11–13 лет: у мальчиков $M_{cp} \pm m$ для правого уха $15971 \pm 25,5$ Гц, для левого уха $15967 \pm 30,7$ Гц; у девочек $M_{cp} \pm m$ для правого уха $15883 \pm 77,4$ Гц, для левого уха $15936 \pm 42,5$ Гц. Высокочастотные пороги слуха у пожилых людей 67–75 лет, как мужчин, так и женщин, при сравнении с другими возрастными группами зарегистрированы самыми низкими и составили у мужчин $4194 \pm 1077,9$ Гц для правого уха и $5368 \pm 1083,8$ Гц для левого уха. У пожилых женщин высокочастотный порог слуха был зарегистрирован на самом низком уровне для левого уха $3046 \pm 791,6$ Гц и $3230 \pm 624,2$ Гц для правого уха.

Таблица 2

Низкочастотные и высокочастотные пороги восприятия звука у мужчин на пяти уровнях звукового давления ($M_{cp} \pm m$)

Объект исследования частотных порогов в группах		Пороги (f Гц) в возрастных группах ♂м			
		11–13 лет	20–24 года	40–45 лет	67–75 лет
♂м min f Гц правое ухо	1 усл. ед.	62 ± 2,87	66 ± 3,67	64 ± 3,36	102 ± 23,92
	25 усл. ед.	36 ± 2,63	41 ± 2,31	33 ± 1,51	48 ± 8,74
	50 усл. ед.	22 ± 1,32	24 ± 1,61	23 ± 1,52	40 ± 6,43
	75 усл. ед.	20 ± 0	21 ± 0,99	20 ± 0	38 ± 4,98
	100 усл. ед.	20 ± 0	20 ± 0	20 ± 0	32 ± 3,8
♂м max f Гц правое ухо	1 усл. ед.	15971 ± 25,5	14889 ± 371,8	10360 ± 383,9	4194 ± 1077,9
	25 усл. ед.	16000 ± 0	15785 ± 212,4	12636 ± 338,2	6794 ± 868,1
	50 усл. ед.	16000 ± 0	15885 ± 113,6	14368 ± 171,1	7640 ± 865,2
	75 усл. ед.	16000 ± 0	15993 ± 6,9	15432 ± 115,8	8074 ± 868,5
	100 усл. ед.	16000 ± 0	16000 ± 0	15764 ± 77,8	8432 ± 857,3
♂м min f Гц левое ухо	1 усл. ед.	63 ± 2,11	63 ± 4,67	66 ± 3,02	82 ± 4,98
	25 усл. ед.	36 ± 1,61	39 ± 2,74	32 ± 1,32	50 ± 5,57
	50 усл. ед.	22 ± 1,32	23 ± 2,11	25 ± 1,65	40 ± 5,57
	75 усл. ед.	20 ± 0	21 ± 0,99	20 ± 0	38 ± 5,93
	100 усл. ед.	20 ± 0	21 ± 0,99	20 ± 0	32 ± 3,2
♂м max f Гц левое ухо	1 усл. ед.	15967 ± 30,7	15009 ± 365,3	9865 ± 323,4	5368 ± 1083,8
	25 усл. ед.	16000 ± 0	15766 ± 199,5	12228 ± 276,4	7544 ± 928,3
	50 усл. ед.	16000 ± 0	15934 ± 65,2	14135 ± 175,1	8262 ± 938,5
	75 усл. ед.	16000 ± 0	16000 ± 0	15060 ± 158,3	8678 ± 868,1
	100 усл. ед.	16000 ± 0	16000 ± 0	15834 ± 47,1	9038 ± 874,4

При первом повышении уровня звукового давления до второго уровня на 25 усл. ед. во всех возрастных группах для лиц мужского и женского пола наблюдается достоверное снижение низкочастотных порогов слуха и повышение высокочастотных порогов. При каждом последующем повышении звукового давления от 25 усл. ед. к 50, затем к 75 и 100 усл. ед. уровня звукового давления во всех экспериментальных группах наблюдается снижение низкочастотного порога слуха и повышение высокочастотного порога слуха (таблица 2).

Заключение

Исследования показали, что высокочастотные и низкочастотные пороги звуковосприятия меняются на пяти разных по силе уровнях звукового давления от первого уровня в 1 усл. ед. до пятого в 100 усл. ед. в группах испытуемых, различающихся по возрасту и полу. Наибольшая чувствительность, т.е. меньшие пороги на низких частотах и большие пороги на высоких частотах, зарегистрирована у подростков 11–13 лет. У мужчин низкочастотные пороги в возрасте от 11 до 45 лет меняются незначительно в пределах $M_{cp} \pm m$ от $62 \pm 2,87$ до $66 \pm 3,67$ Гц. У женщин от 11 до 45 лет низкочастотные пороги достоверно повышаются с $53 \pm 2,57$ до $69 \pm 2,74$ Гц. У подростков-мальчиков в 11–13 лет высокочастотный порог звуковосприятия составил $15971 \pm 25,5$ Гц, что примерно в 4 раза выше, чем у пожилых мужчин в возрасте 67–75 лет, у которых высокочастотные пороги от $4194 \pm 1077,9$ до $5368 \pm 1083,8$ Гц. У подростков-девочек в 11–13 лет высокочастотный порог

15883 ± 77,4 Гц, что примерно в 5 раз выше, чем у пожилых женщин, где он составил 3230 ± 624,2 Гц. При первом повышении звукового давления до второго уровня на 25 усл. ед. во всех возрастных группах для лиц мужского и женского пола наблюдается достоверное снижение низкочастотных порогов слуха и повышение высокочастотных порогов. При каждом последующем повышении уровня звукового давления от 25 к 50 усл. ед., затем к 75 и 100 усл. ед. во всех возрастных группах наблюдается снижение низкочастотного порога слуха и повышение высокочастотного порога слуха. Однонаправленного преобладания (доминантности) по слуховым порогам правого или левого уха не выявлено.

Список литературы

1. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для мед. спец. вузов / А. Н. Ремизов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1996. – 608 с.
2. Смирнов В.М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность / В. М. Смирнов, С. М. Бudyлина. – М.: Академия, 2003. – 304 с.
3. Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем: Учеб. для биол. и медиц. спец. вузов / Под ред. А.Д. Ноздрачева. — М.: Высш. шк., 1991. – 512 с.
4. Шмидт Р. Физиология человека. В 3 т. Т. 1 / Р. Шмидт Г. Тевс. – М.: Мир. 1996. — 330 с.
5. J. Wallroth. Ear test. Berlin – Germany. 2007.

Рецензенты:

Дмитриев А.И. д.б.н., профессор, зав.кафедрой биологии, химии и биолого-химического образования ГБОУ ВПО НГПУ им. К. Минина, г. Нижний Новгород;

Ягин В.В., д.б.н., профессор кафедры физиологии и БЖ человека ГБОУ ВПО НГПУ им. К.Минина, г. Нижний Новгород.