



8. Райская-Качесова О. Н. Значение кальциевого обмена в патогенезе хронической тугоухости: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2003. – 24 с.
9. Уровень подвижности наружных волосковых клеток улитки регулируется двумя Ca^{2+} -зависимыми каналами передачи / Г. И. Фроленков и [др.] // Мат. IV Междунар. симпозиума «Современные проблемы физиологии и патологии слуха». – М., 2001. – С. 189–191.
10. Henry P. D. Atherogenesis calcium and Calcium antagonists // Am. J. Cardiol. – 1990. – № 66. – P. 31–61.
11. Raffenbeul W. Anti-atherosclerotic properties of nifedipine. Benefit of early intervention to prevent. Cardio Vascular complications // Cardiology. – 1997. – № 88 (suppl.). – P. 52–54.

Дубинская Наталья Викторовна – аспирант каф. болезней уха, горла и носа Ростовского ГМУ. 344000, Ростов-на-Дону, пр. Ворошиловский, д. 105; тел.: +7-903-402-58-26, e-mail: santa98@list.ru

УДК: 612.858.78+616.28.185:616.28-008.185

ВРЕМЕННАЯ РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КАК МЕРА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Е. В. Жилинская

TEMPORAL RESOLUTION AS THE MEASURE TO ASSESS CENTRAL AUDITORY PATHWAYS FUNCTIONING

E. V. Zhilinskaia

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный медицинский
университет им. акад. И. П. Павлова»
(И. о. ректора – акад. РАМН С. Ф. Багненко)

В целях обнаружения возрастных изменений центральных отделов слухового анализатора, выражающихся в ухудшении их функционального состояния, были обследованы две группы пациентов с хронической сенсоневральной тугоухостью 2–3-й степени: пожилые ($70,9 \pm 5,1$ года) и молодые ($25,9 \pm 6,7$ года). В качестве контрольных групп обследовались молодые и пожилые пациенты с нормальными порогами слуха. Пожилые испытуемые как с нормальными, так и со сниженными порогами слуха показали худшие результаты тестов для оценки функционирования центральных отделов слухового анализатора по сравнению с молодыми слушателями.

Ключевые слова: возрастные изменения слухового анализатора, тест обнаружения паузы, временная разрешающая способность слуховой системы человека.

Библиография: 24 источника.

To reveal age-related alterations of central auditory pathways, that express in its functioning impairment, 2 groups of listeners with chronic sensorineural hearing loss of 2–3 grade underwent tests created to assess central auditory pathways functioning: older ones ($70,9 \pm 5,1$ years old) and younger ones ($25,9 \pm 6,7$ years old). Older and younger listeners of the same age with normal hearing thresholds were chosen as the control groups. Older listeners both with normal and with impaired hearing thresholds performed worse comparing to younger listeners.

Key words: age-related alterations of central auditory pathways, gap detection test, temporal resolution.

Bibliography: 24 sources.

Акустическая сложность речи делает ее особенно чувствительной к маскированию окружающими звуками. Понимание речи в шуме – проблема номер один пожилых людей в общении, причем трудности в разборчивости речи беспокоят как пожилых людей с хронической сенсоневральной тугоухостью, так и имеющих нормальные пороги слуха.

Эти трудности могут быть следствием ухудшения обработки звуковой информации в центральных отделах звукового анализатора, возрастных изменений когнитивных функций или сочетания этих факторов [21]. Что касается сенсорной обработки воспринимаемой речи, слуховая система должна сфокусироваться на важной для слушателя информации, исключая соперни-



чающие маскирующие голоса и окружающий шум. Это достигается организацией отдельных, перекрывающих друг друга звуковых сигналов в отдельные потоки с использованием стратегий группирования звуковых сигналов на основе таких их характеристик, как локализация и акустическая схожесть. Кроме того, в формирование звукового информационного потока вносят вклад временные и гармонические характеристики сигнала [5, 9]. Когнитивные навыки слушателя (внимание, память и знания о мире) необходимы, чтобы следить за ходом разговора, понимать смысл сказанного. Таким образом, приобретение и использование информации, содержащейся в речи, требует быстрого и действенного функционирования взаимосвязанных систем перцептивной и когнитивной обработки информации. Когнитивные процессы задействуют лобно-теменные области головного мозга (BA 44,45,47,6 и 40), а высшая обработка слуховой информации происходит в базальных ганглиях, таламусе, височной области коры [24]. Слуховые центры ствола головного мозга являются точкой перекреста сенсорных и когнитивных взаимодействий [8].

Обработка информации в центральных отделах слухового анализатора, в свою очередь, зависит от временного и пространственного взаимодействия монауральных и бинауральных звуков [4].

Способность человека различать звуки, различающиеся по продолжительности, интенсивности и частоте, может быть использована для оценки влияния возрастных изменений головного мозга или потери слуха на обработку информации в центральных слуховых отделах [11].

Доказано, что временная разрешающая способность является критически важной для понимания речи по нескольким причинам. Во-первых, слушатель должен быть способен обрабатывать краткие, варьирующие во времени звуковые сигналы речи для распознавания характерных фонем. Во-вторых, слушатель должен уметь различать последовательности различных фонем в потоке меняющейся звуковой информации. Это требует наличия способности точной обработки быстрого начала и окончания кратких сигналов. В-третьих, слушатель должен следовать общей временной структуре речи (просодия – учение об ударениях, тоне, интонациях речи) [20].

С возрастом уменьшается количество нейронов в кохлеарных ядрах и слуховых центрах головного мозга. Также уменьшается размер клеток, и изменяются нейрохимические процессы в нейронах [23]. Это влияет на способность обрабатывать звуковую информацию, приводя к нарушению восприятия и замедлению нервных процессов [3]. Большое количество заболеваний приводит к подобным изменениям, включая гипертензию, атеросклероз, повышенную вязкость

крови, гиперлипидемию, сахарный диабет, гипертиреозидизм, аноксию, метаболические нарушения из-за печеночной или почечных дисфункций, повреждение свободными радикалами [1]. Дополнительные нарушения, происходящие при старении центральных отделов слухового анализатора, связаны со снижением функции ингибиторных нейротрансмиттеров, включая снижение количества глициновых рецепторов в дорсальном кохлеарном ядре, количества гамма-аминобутировой кислоты в нижнем холмике четверохолмия и декарбоксилазы глутаминовой кислоты в первичной слуховой коре [15]. Перечисленные изменения могут ограничивать способность пожилых слушателей к точному кодированию сигнала или подавлению несущественной звуковой информации.

Для оценки временных процессов в слуховой системе был предложен тест обнаружения паузы. Он содержит звуковые сигналы со вставленной беззвучной паузой, минимальная продолжительность которой, улавливаемая испытуемым, считается порогом обнаружения паузы. Основываясь на значении этого порога, исследователь может судить о временной разрешающей способности слуховой системы испытуемого и делать предположения о состоянии центральных отделов его слухового анализатора.

Цель работы. Оценка временной разрешающей способности у лиц разного возраста с хронической сенсоневральной тугоухостью (ХСНТ).

Пациенты и методы. Обследованы 7 молодых слушателей ($25,9 \pm 6,7$ года) и 29 пожилых ($70,9 \pm 5,1$ года) с двусторонней симметричной ХСНТ 2–3-й степени. Контрольную группу составили 16 молодых слушателей ($22,4 \pm 1,0$ года) и 12 пожилых ($68,0 \pm 7,2$ года) с нормальными порогами слуха на оба уха (менее 20 дБ нПЧ). После ЛОР-осмотра, тональной пороговой аудиометрии, импедансометрии выполнялись речевые тесты (определение монауральной разборчивости односложных слов и дихотический числовой тест), а также тест обнаружения паузы (Keith R. W., 2000) [17].

Тест монауральной разборчивости: задача слушателя повторить односложные слова, подаваемые монаурально на комфортном уровне громкости.

Дихотический цифровой тест: задача слушателя повторить пару двузначных чисел, подаваемых одновременно в разные уши на комфортном уровне громкости.

Тест обнаружения паузы: определяется способность слушателя улавливать короткие беззвучные паузы, вставленные в звуковой сигнал.

Обследование проводилось с использованием следующего оборудования: импедансометр GSI 38 Auto Tymп (США); двухканальный аудиометр



AD229e (Interacoustics, Дания), головные телефоны TDH39; аудиоплеер Philips DVD Q40/022 (Венгрия).

Результаты. В контрольной группе при оценке монауральной разборчивости были получены достоверно более высокие результаты у молодых слушателей по сравнению с пожилыми ($p < 0,05$). Разборчивость односложных слов составила у молодых $100 \pm 0\%$ на каждое ухо, у пожилых – $90,3 \pm 7,4\%$ для правого уха и $80,0 \pm 12,5\%$ для левого уха. При дихотическом тестировании молодые слушатели продемонстрировали разборчивость $89,4 \pm 6,0\%$, что также было достоверно лучше ($p = 0,02$), чем у пожилых испытуемых ($74,6 \pm 8,8\%$). Оценка временной разрешающей способности с использованием теста обнаружения паузы показала, что у 75% пожилых нормально слышащих лиц пороги обнаружения паузы превышали норму, а среди молодых испытуемых превышение порогов на отдельных частотах имело место лишь в 12,5% случаев. Средние значения порогов обнаружения паузы в тональных сигналах у пожилых испытуемых достоверно превышали пороги, демонстрируемые молодыми ($p \leq 0,03$). Для широкополосного сигнала (белый шум) эта разница не была достоверной ($p = 0,065$). Средние значения порогов обнаружения паузы у молодых и пожилых лиц представлены в табл. 1.

У лиц с ХСНТ во всех тестах были получены достоверно худшие результаты, чем в контрольной группе, особенно у пожилых пациентов. Разборчивость односложных слов составила у молодых слушателей $92,9 \pm 7,6\%$ для правого уха и $95,0 \pm 7,6\%$ для левого, а у пожилых соответственно $67,8 \pm 22,0$ и $71,6 \pm 20,8\%$. Результаты дихотического теста у молодых пациентов ($74,3 \pm 17,9\%$) также были достоверно лучше ($p = 0,03$), чем у пожилых ($53,6 \pm 25,4\%$). Как и при нормальном слухе, средние значения порогов обнаружения паузы у пожилых с ХСНТ были хуже, чем у молодых (табл. 1). Для тонов 0,5 и 2 кГц разница между результатами теста обнаружения паузы у молодых и пожилых пациентов с ХСНТ была достоверной ($p \leq 0,05$).

Обсуждение. Пожилые часто жалуются на сниженную разборчивость речи, особенно в шуме, или речи, произносимой в слишком быстром темпе [10, 16, 19]. Одна из гипотез возникновения данных жалоб заключается в возрастном снижении временной разрешающей способности. Наши исследования подтвердили снижение временной разрешающей способности у пожилых как с хронической сенсоневральной тугоухостью, так и с нормальными порогоми слуха, что согласуется с данными иностранных авторов [12, 13]. Тест обнаружения паузы подтверждает, что пожилые имеют затруднения в оценке изменений длительности звукового стимула и обнаружении быстрых кратких изменений звукового сигнала. Им требуется гораздо более длинная пауза для идентификации ее наличия в звуковом сигнале по сравнению с молодыми испытуемыми как с нормальными, так и с пониженными порогоми слуха [2, 18, 22].

У пожилых значительно хуже результаты дихотического цифрового теста, что также связано с возрастными изменениями центральных отделов слухового анализатора, особенно ухудшением межполушарных взаимодействий и функционирования мозолистого тела [7].

Ухудшенная разборчивость речи оказывает значительное влияние на качество жизни пожилых людей, приводя к социальной изоляции, снижению дееспособности и депрессии. При этом простое усиление звука с помощью слуховых аппаратов не может полностью скорректировать неспособность человека полноценно понимать речь. Однако сниженная разборчивость речи может быть улучшена с помощью специальных тренировок с использованием записей речи в ускоренном темпе.

Помимо этого, было доказано, что нарушение функционирования центральных отделов слухового анализатора, проявляющееся в ухудшенной разборчивости речи, может являться предшественником деменции и болезни Альцгеймера. Поскольку центральные слуховые отделы отвечают за обработку быстро меняющихся стимулов, они более чувствительны к субклиническому

Т а б л и ц а 1

Значения порогов обнаружения паузы в тональных сигналах разной частоты, Гц, и белом шуме ($M \pm m$)

Пациенты	500	1000	2000	4000	Белый шум
Молодые (норма слуха)	$5,1 \pm 3,7^*$	$6,4 \pm 9,2^*$	$7,7 \pm 9,3^*$	$6,2 \pm 5,1^*$	$6,8 \pm 9,5$
Пожилые (норма слуха)	$23,7 \pm 13,4^*$	$24,7 \pm 16,9^*$	$22,4 \pm 15,5^*$	$24,4 \pm 14,4^*$	$21,1 \pm 16,8$
Молодые (ХСНТ)	$17,0 \pm 16,9^*$	$15,5 \pm 18,5$	$19,9 \pm 18,0^*$	$20,9 \pm 19,1$	$23,8 \pm 15,3$
Пожилые (ХСНТ)	$27,7 \pm 18,1^*$	$24,0 \pm 18,8$	$31,3 \pm 15,4^*$	$31,3 \pm 15,8$	$28,3 \pm 15,9$
Примечание. М – среднеарифметическое; m – стандартное отклонение; ХСНТ – сенсоневральная тугоухость.					
* Достоверная разница значений.					



дефициту когнитивных функций, чем существующие на данный момент когнитивные скрининговые тесты [15]. Поэтому пожилые люди, жалующиеся на снижение слуха, должны проходить батарею тестов на оценку функционирования центральных слуховых отделов для выявления групп риска деменции и болезни Альцгеймера, дальнейшего углубленного неврологического обследования и своевременной реабилитации [14].

Среди хронических заболеваний, поражающих пожилых во всем мире, распро-

страненность слуховых нарушений растет из года в год и растет их влияние на общество. Нескорректированное ухудшение разборчивости речи ограничивает возможности общения, приводя к депрессиям и когнитивному упадку, следовательно, необходимо создание полноценной батареи тестов для оценки функционального состояния центральных отделов слуховой системы, коррекции медикаментозной терапии и прогнозирования эффективности слухопротезирования.

Выводы

Пожилые люди показывают относительно лучшие результаты дихотического цифрового теста, отражающего функциональную способность межполушарных взаимодействий и мозолистого тела, чем теста обнаружения паузы, отражающего функционирование слуховой коры, что может являться доказательством преобладающих дегенеративных изменений именно слуховой коры у пожилых испытуемых.

У подавляющего большинства пожилых испытуемых выявлено значительное увеличение порогов обнаружения паузы по сравнению с нормой, что ставит под сомнение целесообразность применения нормативных результатов теста обнаружения паузы, выведенных при исследовании молодых слушателей, для людей старше 64 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arnesen A. R. Presbycusis—loss of neurons in the human cochlear nuclei // J. Laryngology Otolaryngology. – 1982. – Vol. 96. – P. 503–511.
2. Assessment of auditory temporal-order thresholds – a comparison of different measurement procedures and the influences of age and gender / M. Fink [et al.]. // Restor Neurology Neuroscience. – 2005. – Vol. 23. – P. 281–296.
3. Auditory temporal processing and aging: implications for speech understanding of older people / S. Gordon-Salant. [et al.]. // Audiology Research. – 2011. – Vol. 1. – e4 p.
4. Blauert J. On the lag of lateralization caused by interaural time and intensity differences // Audiology. – 1972. – Vol. 11. – P. 265–270.
5. Bregman A. S. Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound // MIT Press. Cambridge, MA. – 1990.
6. Brox J. P. L., Nootboom S. G. Intonation and the perceptual separation of simultaneous voices // J. Phonetics. – 1982. – Vol. 10. – P. 23–36.
7. Central auditory dysfunction as a harbinger of Alzheimer's dementia / G. A. Gates [et al.]. // J. Am. Geriatr Soc. – 2002. – Vol. 50(3). P. 482–488.
8. Cognitive factors shape brain networks for auditory skills: spotlight on auditory working memory / N. Kraus [et al.]. // Annals of the New York Academy of Science. – 2012.
9. Darwin C. J. Pitch and auditory grouping // In Pitch: Neural Coding and Perception. – 2005. – Vol. 24. – P. 278–305.
10. Decline of speech understanding and auditory thresholds in the elderly / P. L. Divenyi [et al.]. // J. Acoust. Soc. Am. – 2005. – Vol. 118. – P. 1089–1100.
11. Evaluation of central auditory discrimination abilities in older adults / C. Freigang [et al.]. // Frontiers in Aging Neuroscience. – 2011. – Vol. 3.
12. Gap detection and the precedence effect in young and old adults / B. A. Schneider [et al.]. // J. Acoust. Soc. Am. – 1994. – Vol. 95. – P. 980–991.
13. Gordon-Salant S. Hearing loss and aging: new research findings and clinical implications. // J. Rehabil. Res. Dev. – 2005. – Vol. 42 (4), Suppl. 2. – P. 9–24.
14. Hearing Loss and Incident Dementia / R. Frank [et al.]. // Arch. Neurol. – 2012.
15. Howarth A., Shone G.R. Ageing and the auditory system // Postgrad. Med. J. – 2006. – Vol. 82. – P. 166–171.
16. Humes L. E. Speech understanding in the elderly // J. Am. Acad. Audiology. – 1996. – Vol. 7. – P. 161–167.
17. Keith R. W. SCAN-C: Test for auditory processing disorders in children-revised. – San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 2000.
18. Lister J. J., Roberts R. A. Effects of age and hearing loss on gap detection and the precedence effect: narrow-band stimuli // J. Speech. Lang. Hear. Res. – 2005. – Vol. 48(2). – P. 482–493.
19. Pichora-Fuller M. K., Souza P. E. Effects of aging on auditory processing of speech // Int. J. Audiol. – 2003. – Vol. 42, Suppl. 2. – P. 11–16.
20. Prosodic features and the intelligibility of accelerated speech: Syntactic versus periodic segmentation / A. Wingfield [et al.]. // J. Speech. Hear. Res. – 1984. – Vol. 27. – P. 128–134.
21. Schneider B. A. How age affects auditory-cognitive interactions in speech comprehension. // Audiology Research. – 2011. – Vol. 1. – e10 p.