

КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9
ББК 88.25
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

РОЛИ ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ДУГООБРАЗНОГО ПУЧКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЯЗЫКОВОЙ ОБРАБОТКИ

А. С. Зырянов* (1), С. А. Малютина (1, 2), Е. А. Ступина (1), В. В. Карпычев (1),
Е. А. Гордеева (1), В. А. Жирнова (1), А. И. Артёмова (1), В. И. Зеленкова (1),
В. А. Толкачёва (3), А. А. Зуев (4), Н. В. Педяш (4), О. Ю. Бронзов (4),
Д. Н. Копачёв (5), И. Н. Пронин (5), О. В. Драгой (1, 2)

zyryanov.andrew@gmail.com

1 – НИУ ВШЭ, Москва; 2 – Федеральный центр цереброваскулярной патологии и инсульта, Москва; 3 – Европейская магистратура по клинической лингвистике, Университет Гронингена, Нидерланды; 4 – НМХЦ им. Н. И. Пирогова, Москва; 5 – НМИЦ нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко, Москва

Аннотация. Функциональная связанность перисильвиевых представительств речи обеспечивается системой ассоциативных трактов, соединяющих задние отделы височной доли и нижнюю лобную извилину (длинный сегмент дугообразного пучка, ДП), а также каждую из данных областей с нижней теменной долей (задний и передний сегменты ДП соответственно). Известно, что дисконнекция длинного сегмента ДП вызывает синдром проводниковой афазии, центральной манифестацией которого является нарушение повторения речи вследствие дефицита сенсомоторной интеграции. Однако систематические исследования вклада трактов, связывающих теменную долю с лобными и височными представительствами речи, в языковую обработку отсутствуют. Данная работа представляет собой первый такой анализ вклада каждого из трех сегментов ДП в понимание, порождение и повторение речи на различных лингвистических уровнях. Мы обнаружили, что дисконнекция длинного сегмента ДП в результате резекции опухоли головного мозга предсказывает нарушения при порождении и повторении речи, что соотносится с установленной ролью данного тракта в сенсомоторной интеграции. Связь между дисконнекцией переднего и заднего сегментов ДП и речевыми нарушениями обнаружена не была. Данный результат может объясняться тем, что передний и задний сегменты ДП не являются критичными для языковой обработки, а функции, которые они обеспечивают в норме, могут быть подвержены большей реорганизации в ходе постепенного роста опухоли мозга – в отличие от длинного сегмента.

Ключевые слова: нейроанатомия языка, афазия, длинные ассоциативные тракты, диффузионно-тензорная томография, глиома

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 18-012-00829.

Введение

Функциональная связанность перисильвиевых представительств речи обеспечивается системой ассоциативных трактов, соединяющих задние отделы височной доли и нижнюю лобную извилину (длинный сегмент дугообразного

пучка, ДП), а также каждую из данных областей с нижней теменной долькой (задний и передний сегменты ДП соответственно) (Catani et al., 2004). Известно, что дисконнекция длинного сегмента ДП вызывает синдром проводниковой афазии, который характеризуется дефицитом в повторении речи и фонологическими парафазиями при порождении речи при относительной сохранности понимания речи, что связывают с нарушениями сенсомоторной интеграции (Sierpowska et al., 2017). Однако многочисленные исследования, указывающие на тесную вовлеченность нижней теменной доли в языковую обработку, в частности, в обработку синтаксических конструкций (Dragoy et al., 2017) и семантическую обработку (Schwartz et al., 2011; Coslett, Schwartz, 2018), позволяют предположить, что не только длинный сегмент ДП, но и передний и задний его сегменты, связывающие теменную долю с лобными и височными представительствами речи, играют роль в процессах языковой обработки. Тем не менее до сих пор систематические исследования вклада переднего и заднего сегментов ДП в языковую обработку отсутствуют. В данной работе впервые последовательно проанализирована связь между дисконнекцией каждого из трех сегментов ДП, вызванной нейрохирургическим вмешательством по удалению опухоли доминантного по речи полушария головного мозга, и языковым дефицитом при понимании, порождении и повторении речи на различных лингвистических уровнях.

Методы

В исследовании приняли участие 35 пациентов (средний возраст 38 лет, от 19 до 63 лет) с первичными опухолями левого полушария головного мозга различной степени злокачественности (I – IV по классификации ВОЗ), госпитализированные для проведения нейрохирургического вмешательства по удалению опухоли. Все пациенты являлись монолингвальными носителями русского языка, правшами. До операции и в первую неделю после операции все пациенты прошли магнитно-резонансную томографию и обследование речи.

Комплексная оценка речевой функции пациентов проводилась с помощью Русского афазиологического теста (РАТ) – стандартизованной батареи тестов для оценки различных уровней понимания и порождения речи (Ivanova et al., 2016). В настоящий анализ были включены субтесты РАТ, оценивающие понимание слов (существительных и глаголов, усредненный балл), порождение слов (существительных и глаголов, усредненный балл), понимание и порождение предложений, а также повторение псевдослов, в наиболее явном виде оценивающее процесс сенсомоторной интеграции (Sierpowska et al., 2017).

Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография была проведена на томографе напряженностью поля 3Т со следующими параметрами: 64 направления диффузии, фактор диффузии 1500 с/мм², 4 либо 9 изображений с фактором диффузии 0 с/мм², два повторения последовательности с противоположными (AP и PA) направлениями фазокодирования. После предварительной обработки данных в программах FSL (<https://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/>) и ExploreDTI (Leemans et al., 2009) с применением тензорной модели для построения трактов всего головного мозга, в программе TrackVis (<http://www.trackvis.org/>) были реконструированы три сегмента дугообразного пучка: длинный, пе-

редний, задний — извлечены их объемы до и после операции и скорректированы относительно полного объема мозга.

Связь между резекцией каждого из трех анализируемых трактов и разницей между после- и дооперационными баллами PAT была проанализирована в серии смешанных линейных моделей, включающих в себя лингвистический уровень (синтаксический vs. лексический), модальность (порождение vs. понимание), разницу между после- и дооперационным объемом тракта, попарные взаимодействия между изменением объема тракта и лингвистическим уровнем, модальностью в качестве фиксированных эффектов, и случайный свободный член для каждого пациента.

Результаты

Средний объем (стандартное отклонение объема) длинного сегмента ДП составили, до операции: 13.185 см³ (6.007 см³), после операции: 11.557 см³ (6.490 см³); заднего сегмента, до операции: 9.787 см³ (4.318 см³), после операции: 9.535 см³ (4.593 см³); переднего сегмента, до операции: 7.990 см³ (4.690 см³), после операции: 7.059 см³ (4.019 см³). Послеоперационное уменьшение объема длинного сегмента ДП произошло у 23 пациентов, переднего сегмента — у 24 пациентов, заднего сегмента — у 12 пациентов.

Уменьшение объема длинного сегмента ДП предсказывало нарастание дефицита при порождении (t -value = 4.77, d.f. = 130.60, p -value < .001) и при повторении (t -value = 3.00, d.f. = 130.19, p -value = .003) речи независимо от лингвистического уровня (t -value = 0.80, d.f. = 130.60, p -value = .42). Статистически значимой связи между объемами переднего и заднего сегментов ДП и ухудшением речи на различных лингвистических уровнях при понимании и порождении речи обнаружено не было.

Обсуждение и выводы

В данной работе представлен анализ связи между дисконнекцией каждого из трех сегментов дугообразного пучка в результате нейрохирургического вмешательства по удалению опухоли в доминантном по речи полушарии головного мозга и возникающими нарушениями порождения, повторения и понимания речи. Мы обнаружили, что уменьшение объема длинного сегмента дугообразного пучка связано с нарастанием нарушений при порождении речи на лексическом и синтаксическом уровнях языковой обработки, а также при повторении псевдослов. Данный результат соотносится с установленной ролью длинного сегмента ДП в порождении и повторении речи.

Нам не удалось обнаружить вклад переднего и заднего сегментов ДП в порождение и понимание речи. Прежде всего это может объясняться успешной реорганизацией функций, обеспечиваемых данными трактами в норме, в ходе постепенного развития опухоли, и в таком случае свидетельствует об их большем потенциале реорганизации по сравнению с функциями длинного сегмента ДП. Следует отметить, что показатель объема тракта подвержен изменениям не только в результате резекции тракта, но отражает и другие факторы — например, временный отек тканей, который, однако, может не вызывать дисфункцию тракта. Кроме того, отсутствие связи между уменьшением

объема заднего сегмента и изменениями поведенческих показателей может объясняться недостаточной статистической мощностью анализа, поскольку уменьшение объема тракта произошло лишь у 12 пациентов выборки. Уточнение вкладов переднего и заднего сегментов ДП в языковую обработку в норме требует дальнейших клинико-анатомических корреляций между данными трактами и нарушениями различных аспектов языковой обработки в популяции пациентов с острыми цереброваскулярными поражениями головного мозга, при которых наблюдаемый языковой дефицит возникает вследствие повреждения языковой системы, не подвергшейся преморбидной реорганизации.

Литература

- Catani M., Jones D.K., ffytche null D.H.* Perisylvian language networks of the human brain // *Annals of Neurology*. 2004. Vol. 57. No. 1. P. 8 – 16. doi:10.1002/ana.20319
- Coslett H.B., Schwartz M.F.* The parietal lobe and language // *Handbook of clinical neurology*. Elsevier, 2018. P. 365 – 375. doi:10.1016/b978-0-444-63622-5.00018-8
- Dragoy O., Akinina Y., Dronkers N.* Toward a functional neuroanatomy of semantic aphasia: A history and ten new cases // *Cortex*. 2017. Vol. 97. P. 164 – 182. doi:10.1016/j.cortex.2016.09.012
- Ivanova M., Dragoy O., Akinina J., Soloukhina O., Iskra E., Khudyakova M., Akhutina T.* AutoRAT at your fingertips: Introducing the new Russian Aphasia Test on a tablet // *Frontiers in Psychology*. 2016. No. 116. doi:10.3389/conf.fpsyg.2016.68.00116
- Leemans A., Jeurissen B., Sijbers J., Jones D.K.* ExploreDTI: A graphical toolbox for processing, analyzing, and visualizing diffusion MR data // 17th Annual Meeting of Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 2009. P. 3537. http://www.exploredti.com/ref/ExploreDTI_ISMRM_2009.pdf
- Schwartz M.F., Kimberg D.Y., Walker G.M., Brecher A., Faseyitan O.K., Dell G.S., Coslett H.B.* Neuroanatomical dissociation for taxonomic and thematic knowledge in the human brain // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011. Vol. 108. No. 20. P. 8520 – 8524. doi:10.1073/pnas.1014935108
- Sierpowska J., Gabarrós A., Fernandez-Coello A., Camins À., Castañer S., Juncadella M., Rodriguez-Fornells A.* Words are not enough: Nonword repetition as an indicator of arcuate fasciculus integrity during brain tumor resection // *Journal of Neurosurgery*. 2017. Vol. 126. No. 2. P. 435 – 445. doi:10.3171/2016.2.jns151592

THE CONTRIBUTIONS OF ARCUATE FASCICULUS SEGMENTS TO LANGUAGE PROCESSING

A. Zyryanov* (1), S. Malyutina (1, 2), E. Stupina (1), V. Karpichev (1), E. Gordeyeva (1), V. Zhirnova (1), A. Artemova (1), V. Zelenkova (1), V. Tolkacheva (3), A. Zuev (4), N. Pedyash (4), O. Bronov (4), D. Kopachev (5), I. Pronin (5), O. Dragoy (1, 2)

zyryanov.andrew@gmail.com

1 – National Research University Higher School of Economics, Moscow;

2 – Federal Center for Cerebrovascular Pathology and Stroke, Moscow;

3 – European Masters in Clinical Linguistics, University of Groningen,

Netherlands; 4 – National Medical and Surgical Center named after

N. I. Pirogov, Moscow; 5 – N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow

Abstract. The connectivity between perisylvian language areas is subserved by three segments of the arcuate fasciculus (AF): the long segment, connecting posterior temporal and inferior frontal areas; and anterior and posterior segments, connecting the inferior frontal lobule to inferior frontal and posterior temporal areas, respectively. Disconnection of the long segment of the AF is known to give rise to conduction aphasia, manifesting itself in impaired repetition due to a deficit in sensorimotor integration. Systematic analyses of the specific contributions of the three segments of the AF to language processing are, however, lacking. The current study is the first to address the roles of these white-matter tracts in language production and comprehension at various linguistic levels. We found that a lower volume of the long AF segment following neurosurgery is associated with greater deficits in language production and repetition, consistent with the tract's well-established role in sensorimotor integration. We did not find any relation between the volumes of the anterior and posterior AF segments and language deficits. One plausible explanation is that these tracts are not critical for language processing, whereas the functions they underlie in healthy speakers demonstrate a greater capacity for reorganization during the slow growth of a glioma, as opposed to those carried out by the long AF segment.

Keywords: neuroanatomy of language, aphasia, white-matter tracts, diffusion tensor imaging, glioma