

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ
НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2017**

ПОД РЕД. Е.В. ПЕЧЕНКОВОЙ, М.В. ФАЛИКМАН

УДК 159.9

ББК 81.002

К57

К57 Коллективный

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г.

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППИП. 2017 г. – 596 стр.

Электронная версия

ISBN 978-5-4465-1509-7

УДК 159.9

ББК 81.002

ISBN 978-5-4465-1509-7

© Авторы статей, 2017

СВЯЗЬ ОБЪЕМА МОЗОЛИСТОГО ТЕЛА С ЛАТЕРАЛИЗАЦИЕЙ РЕЧИ В МОЗГЕ

Т. А. Больгина* (1), С. А. Малютина (1), В. В. Зинченко (1, 2), Г. А. Игнатьев (1), В. Л. Ушаков (2), С. Ю. Акинина (1), М. В. Иванова (1), О. В. Драгой (1)

tatyana.bolgina@mail.ru

1 – НИУ «Высшая школа экономики», Москва;

2 – НИЦ Курчатовский институт, Москва

Аннотация. Латерализация речевой функции – один из актуальных вопросов современной нейролингвистики. Настоящее исследование направлено на изучение корреляции между латерализацией речи в головном мозге и организацией мозолистого тела. В исследовании были собраны данные функционального речевого локализера и диффузионной МРТ, а также информация о рукоисти 50 здоровых носителей русского языка. Результаты показали, что латерализация речи в мозге связана с объемом мозолистого тела и степенью рукоисти человека, а именно у правшей с высокой степенью рукоисти, а также у людей с большими размерами мозолистого тела будет наблюдаться более сильная левополушарная связанная с речью активность в мозге.

Ключевые слова: мозолистое тело, латерализация речевой функции, индекс рукоисти

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект №15-06-08516.

Вопрос о латерализации речевой функции в головном мозге человека на сегодняшний день остается не полностью изученным. Известно, что латерализация речи, то есть распределение задействованных в ее реализации областей мозга между полушариями, может быть связана с многочисленными факторами, такими как доминантная рука человека, генетическая предрасположенность к левшеству (наличие в семье неправшей), скорость созревания полушарий головного мозга, скорость протекания психических процессов в мозге и, наконец, организация проводящих путей головного мозга (Черниговская, 2004). Настоящее исследование нацелено на изучение последнего фактора и, в частности, мотивировано гипотезой о том, что объем мозолистого тела, главного межполушарного проводящего пути головного мозга, коррелирует с функциональной латерализацией по речи, а именно при увеличении объема мозолистого тела наблюдается более сильная левополушарная латерализация речевой функции и менее правополушарная соответственно. Данная гипотеза была выдвинута и получила частичное подтверждение в исследовании (Josse et al., 2008), однако ученые в своем исследовании использовали косвенную метрику мозолистого тела (измерение площади его среднего сагитального

среза на основе T1-взвешенных изображений). Целью нашего исследования было впервые протестировать эту гипотезу с применением метода непосредственной реконструкции мозолистого тела по данным диффузионно-тензорной трактографии. Это позволяет в полной мере учесть строение и организацию всего мозолистого тела, а не использовать опосредованную метрику, основанную лишь на одном срезе.

Ранее, в недавнем нашем исследовании (Большина и др., 2016) на материале русского языка мы исследовали фактор доминантной руки человека и показали его взаимосвязь с латерализацией активности мозга во время речевого процесса. Благодаря применению разработанного речевого локалайзера с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) удалось подтвердить связь между индивидуальной рукостью и распределением речевых областей в мозге у различных по рукоستي групп испытуемых. Вовлечение правого полушария в речевую деятельность увеличивалось по мере продвижения по шкале рукоستي от правой к левшам, то есть у правой наблюдалась преимущественно левополушарная латерализация речи, а у амбидекстров и левшей были более низкие индексы левополушарной латерализации, что свидетельствовало о присутствии правополушарной активации. При этом у абсолютных левшей правополушарная активация была наибольшей. Этот результат соответствовал ранее полученным данным на материале других языков (Knecht et al., 2000). Также удалось выявить индивидуальную вариативность. В настоящем исследовании были использованы индексы латерализации речи по данным фМРТ для проверки гипотезы о связи объема мозолистого тела и латерализации речевой функции.

В исследовании приняли участие 50 неврологически здоровых испытуемых, носителей русского языка (18 мужчин, 32 женщины, средний возраст – 24 года). Каждый испытуемый заполнил опросник на ведущую руку (Oldfield, 1971), по результатам которого испытуемые образовали три группы в соответствии с индексом рукоستي: 20 правой (индекс рукоستي от +45 до +100, индекс латерализации от -0.30 до +0.55), 20 левой (индекс рукоستي от -100 до -45, индекс латерализации от -0.44 до +0.53), 10 амбидекстров (индекс рукоستي от -18 до +23, индекс латерализации от -0.44 до +0.62). Все испытуемые приняли участие в эксперименте с применением речевого фМРТ-локалайзера. Во время сканирования, помимо функциональных и стандартных анатомических данных, были собраны данные диффузионной МРТ, позволившей проанализировать строение и размеры мозолистого тела каждого испытуемого.

В ходе фМРТ-эксперимента испытуемые, лежа в томографе, выполняли два вида заданий. В экспериментальном условии испытуемые читали предложения русского языка вслух и заканчивали их подходящим по смыслу словом. В контрольном условии задача испытуемых заключалась в чтении вслух последовательностей из слогов и повторении необходимого слога после прочтения. Были использованы последовательности 3D MP-RAGE (TR/TE/FA – 1900 мс / 2.2 мс / 9°) для получения 176 структурных T1-изображений мозга, и последовательности EPI (TR/TE/FA – 7000 мс / 30 мс / 90°, размер матрицы 64*64, воксел 3x3x3 мм, 30 аксиальных срезов; всего 248 функциональных объемов) – для функциональных T2*-изображений. Использовался метод

сканирования с промежутками для регистрации речи испытуемых в моменты, когда томограф не производит шум. После обработки функциональных изображений и последующего статистического анализа в программе SPM8 в среде Matlab R2012b были получены индивидуальные карты активации для каждого испытуемого и посчитан индекс латерализации, отражающий распределение активации между полушариями головного мозга, с применением утилиты Lateralization index для SPM.

Данные диффузионной МРТ были собраны в двух повторениях (64 направления, $b = 1500$, размер воксела $2 \times 2 \times 2$ мм) и предварительно обработаны в программах FSL (Jenkinson et al., 2012) и ExploreDTI (Leemans et al., 2009), после чего для каждого из 50 испытуемых было реконструировано мозолистое тело в программе TrackVis (Wang et al., 2007). В последующем анализе использовались следующие метрики мозолистого тела: фракционная анизотропия, средняя диффузивность и объем мозолистого тела в миллилитрах.

С помощью корреляции Пирсона в программе SPSS была протестирована связь между индексом латерализации речи и трактографическими метриками мозолистого тела, а также дополнительно — этих переменных с индексом индивидуальной рукоusti, полом и возрастом. Использовалась коррекция множественных сравнений Бонферрони ($\alpha = .0025$). Анализ показал наличие положительной корреляции между индексом латерализации и объемом мозолистого тела ($r = .384$, $p = .006$); индивидуальной степенью рукоusti и фракционной анизотропией мозолистого тела ($r = .397$, $p = .007$); индивидуальной степенью рукоusti и индексом латерализации речевой функции ($r = .334$, $p = .018$). Ни одна из переменных значимо не коррелировала с полом и возрастом.

Итак, впервые с применением трактографических данных мы показали, что с увеличением объема мозолистого тела увеличивается левополушарная латерализация речевой функции; и наоборот, чем меньше мозолистое тело, тем больше вероятность локализации речевых областей не только в левом полушарии. Поскольку мозолистое тело связывает полушария головного мозга и обеспечивает взаимодействие между ними, увеличение объема мозолистого тела может отражать лучшую передачу информации, связанной с речевой обработкой, из правого полушария в левое либо подавление избыточной активности правого полушария. Полученный результат согласуется с предыдущими косвенными свидетельствами положительной связи объема мозолистого тела и левополушарной латерализации речевой функции (Josse et al., 2008).

Литература

- Больгина Т.А., Малютина С.А., Завьялова В.В., Игнатъев Г.А., Ушаков В.Л., Акинина С.Ю., Иванова М.В., Драгой О.В. Парадигма для определения латерализации языка в мозге: естественно-научный метод на службе лингвистики // Вестник РФФИ. 2016. Т. 3. № 91. С. 83–92. doi:10.22204/2410-4639-2016-091-9-21
- Черниговская Т.В. Мозг и язык: полтора века исследований // Теоретические проблемы языкознания. СПбГУ, 2004. С. 16–34.
- Jenkinson M., Beckmann C.F., Behrens T.E., Woolrich M.W., Smith S.M. FSL // NeuroImage. 2012. Vol. 62. No. 2. P. 782–790. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.09.015

Josse G., Seghier M.L., Kherif F., Price C.J. Explaining function with anatomy: Language lateralization and corpus callosum size // *Journal of Neuroscience*. 2008. Vol. 28. No. 52. P. 14132 – 14139. [doi:10.1523/jneurosci.4383-08.2008](https://doi.org/10.1523/jneurosci.4383-08.2008)

Knecht S., Dräger B., Deppe M., Bobe L., Lohmann H., Flöel A., Ringelstein E.B., Henningsen H. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans // *Brain: A Journal of Neurology*. 2000. Vol. 123. No. 12. P. 2512 – 2518. [doi:10.1093/brain/123.12.2512](https://doi.org/10.1093/brain/123.12.2512)

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. Hawaii, USA, 2009. P. 3537 – 3537.

Oldfield R.C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory // *Neuropsychologia*. 1971. Vol. 9. No. 1. P. 97 – 113. [doi:10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4)

Townsend D.J., Carrithers C., Bever T.G. Familial handedness and access to words, meaning, and syntax during sentence comprehension // *Brain and Language*. 2001. Vol. 78. No. 3. P. 308 – 331. [doi:10.1006/brln.2001.2469](https://doi.org/10.1006/brln.2001.2469)

Wang R., Benner T., Sorensen A.G., Wedeen V.J. Diffusion toolkit: a software package for diffusion imaging data processing and tractography // *Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med*. 2007. Vol. 15. No. 3720.

The Relation Between the Metrics of the Corpus Callosum and Language Lateralization in the Brain

Bolgina T. A.* (1), Malyutina S. A. (1), Zinchenko V. V. (1, 2), Ignatev G. A. (1), Ushakov V. L. (2), Akinina S. Y. (1), Ivanova M. V. (1), Dragoy O. V. (1)

tatyana.bolgina@mail.ru

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

2 – National Research Center “Kurchatov Institute”, Moscow

Abstract. The mechanisms of the lateralization of language processing are still not fully understood by neurolinguists. The current study aims to examine the relation between language lateralization and tractography metrics of the corpus callosum (CC). We collected fMRI and DTI data, as well as information about individual handedness in 50 neurologically healthy Russian speakers. According to the results, language lateralization is related to the volume of CC, as well as individual handedness. Specifically, people with greater right-hand preference and people with a larger volume of CC have greater lateralization of speech-related activation to the left hemisphere of the brain.

Keywords: corpus callosum, language lateralization, individual handedness