

Организация нейрональной речевой системы у здоровых лиц и ее реорганизация у пациентов с постинсультной афазией

А.В. Белопасова, А.С. Кадыков, Р.Н. Коновалов, Е.И. Кремнева

ФГБУ «Научный центр неврологии» РАМН (Москва)

В неврологии традиционно считается, что за функцию речи в головном мозге отвечают строго определенные зоны левого полушария: Брока – в задней части нижней лобной извилины (44 поле Бродмана – ПБ) и Вернике – в задней части верхней височной извилины (22 ПБ). Данные современной нейровизуализации, в частности, функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), расширяют наши представления о речевой сети в головном мозге. Посредством предложенного нами речевого задания (парадигмы) – чтение и продолжение предложений – исследовалась распространенность нейрональной речевой сети у здоровых людей и ее реорганизация у пациентов с различными видами афазии. При обработке полученных данных в группе нормы отмечалась активация классических речевых зон (Брока и Вернике) и их гомологов в правом полушарии, однако объем левополушарных активаций превалировал. Определялась двусторонняя активация в нижних отделах прецентральной (4 ПБ) и постцентральной извилин (1 ПБ), в полушариях мозжечка и зрительной коре (17–18 ПБ). В группе пациентов наличие активации в речевых зонах Брока и Вернике зависело от локализации инфаркта мозга (ИМ): активация отсутствовала при повреждении соответствующей зоны и смещалась к периферии от зоны ИМ. У больных с афазией выявлены новые области активности мозга, включающие верхнюю теменную долю (7 ПБ), угловую и надкраевую извилины (39–40 ПБ) и др., как в левом, так и правом полушариях. Проведенное исследование показывает, что используемая парадигма оптимально демонстрирует работу речевой системы. Полученные данные помогут расширить сведения о структурах головного мозга, участвующих в процессе речи, и понять их роль в восстановлении нарушенных речевых функций.

Ключевые слова: фМРТ, афазия, речевая парадигма, инсульт

Нарушение речевых функций является вторым по значимости и распространенности постинсультным дефектом. По данным исследователей [1, 6–8, 21], афазия возникает у 28–40% больных, перенесших инсульт, и служит наряду с парезами и расстройствами координации значительным препятствием для восстановления трудоспособности и социальной реадaptации больных.

Речевая система в головном мозге включает области вторичной и третичной ассоциативной коры, двигательные артикуляторные зоны, подкорковые структуры как доминантного по речи полушария (левого у правшей), так и контрлатерального. Подобная распространенность речевой системы, с одной стороны, обуславливает развитие различных, ассоциированных с очагом повреждения мозга форм афазий (как корковых, так и подкорковых), с другой стороны, способствует расширению возможностей восстановления утраченных речевых функций в соответствии с концепцией о нейропластичности, которая подразумевает под собой реорганизацию работы нейрональных сетей после повреждения головного мозга [2].

В настоящее время механизмы нейропластичности остаются недостаточно изученными. Благодаря появлению новейших методов нейровизуализации, таких как фМРТ, стало возможным неинвазивное изучение функциональной перестройки мозга после перенесенного инсульта. Методика основана на феномене повышения локального кровотока и оксигенации крови в ответ на увеличение регионарной мозговой активности (BOLD – blood-oxygen-level-dependent–эффекте) [20] при выполнении испытуемым определенных заданий – парадигм. Данные, полученные с помощью фМРТ, позволяют уточ-

нить локализацию различных отделов речевой сети, оценить их внутрисетевое взаимодействие в норме и после повреждения головного мозга, делают возможным прогнозирование исхода речевых нарушений при различных формах афазии. Однако определенного речевого задания, способного активировать все отделы речевой сети при проведении фМРТ, до настоящего времени не предложено. Часть исследователей [10, 11] при изучении семантических и фонологических процессов отдают предпочтение сложным парадигмам, где одновременно предъявляются картинка и звуковой сигнал (слово), а пациент, нажимая на кнопку пульта, должен определить, относятся ли они к одной и той же категории или нет. Другие исследователи [13, 15–17, 19] считают, что для стимуляции речевых зон более эффективными являются простые парадигмы; к их числу относят название картинок, представленных на экране, чтение слов или простых предложений. Важность изучения речевой системы с помощью фМРТ у здоровых испытуемых и больных с афазиями, необходимость получения парадигмы для изучения процессов реорганизации коры в восстановительном периоде инсульта определили цель настоящего исследования.

Цель исследования: выявить особенности организации речевой сети в норме и ее функциональной перестройки у больных с постинсультной афазией с помощью метода фМРТ.

Характеристика больных и методы исследования

В исследование вошли 32 пациента с афазией, развившейся в результате ишемического инсульта (ИИ) в левом полушарии головного мозга. Диагноз верифицирован с помо-

шью МРТ. Среди обследованных было 23 мужчины и 9 женщин, средний возраст $55 \pm 12,84$ лет.

Для уточнения формы и тяжести речевых нарушений пациенты были тестированы по шкале А.Р. Лурия в модификации Л.С. Цветковой [4, 5], которая включает по 5 проб на экспрессивную и импрессивную речь. Максимальный результат, получаемый за выполнение одной пробы, равен 30 баллам. Испытуемые, набравшие в сумме до 159 баллов, расценивались как больные с грубой степенью речевых нарушений; получившие от 160 до 229 баллов – со средней (умеренной) степенью афазии; с оценками от 230 до 280 баллов имели легкие речевые трудности. Для проведения фМРТ были отобраны пациенты с легкой или умеренной тяжестью афазии вне зависимости от ее вида, которые могли правильно выполнить предложенное им задание.

Группу контроля составили 16 здоровых добровольцев (6 мужчин, 10 женщин) в возрасте от 22 до 42 лет (средний возраст $28 \pm 3,64$ лет), у которых в анамнезе отсутствовали неврологические, психические, сердечно-сосудистые заболевания, а также структурные изменения вещества головного мозга по данным нативной МРТ.

Все обследуемые были правшами (доминирование правой руки подтверждалось с помощью Эдинбургского теста для определения рабочей руки) [14].

Парадигма. В течение одной сессии сканирования каждый испытуемый выполнял речевое задание (парадигму) – **чтение и продолжение предложений**, исполнение которого было отретпировано до начала исследования. Использовали зрительную презентацию стимула: задание через проектор в пультовой выводилось на полупрозрачный экран, установленный в ногах обследуемого, откуда через зеркальную систему изображения оно было доступно восприятию.

Парадигма имела блоковую структуру, состоящую из 8 чередующихся блоков периода активации и периода покоя, продолжительностью по 30 сек каждый (общая продолжительность парадигмы – 4,05 мин). Задание начиналось с периода покоя, во время которого испытуемый фиксировал взгляд на трех точках, выводимых на экран. Затем следовал период активации, состоящий из последовательно выводимых на экран 6 слайдов (время показа каждого – 5 сек), где были представлены предложения, которые испытуемый должен был прочитать тихо вслух (во избежание сильных артефактов от артикуляции) и продолжить одним словом. При этом контекст предложений был строго ограничен («Миллион алых...», «Летом стоит теплая...») (рис. 1).

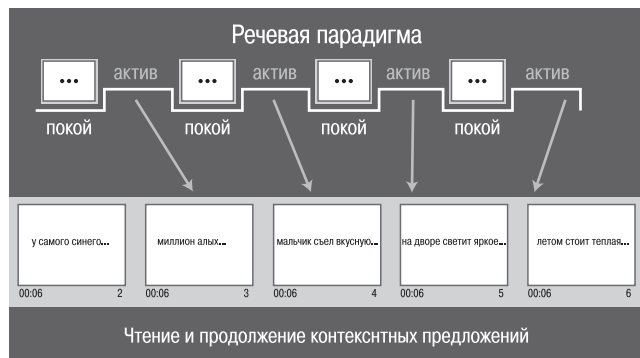


рис. 1: Дизайн фМРТ-исследования.

Выполнение заданий вслух, с одной стороны, обеспечивало работу артикуляторного аппарата и, следовательно, целостность и завершенность речевого акта, с другой стороны, контроль над выполнением задания.

фМРТ-исследование начинали со стандартного режима T2 турбо-спин эхо в аксиальной проекции. Для оценки анатомических данных выполняли исследование в режиме 3D-T1 градиентное эхо (T1-mpr) с получением набора из 176 сагиттальных срезов, покрывающих весь объем вещества мозга (время повторения (TR) – 1940 мс, время эхо (TE) – 3,1 мс, угол наклона – 15 град, матрица – 256x256 мм, толщина среза – 1,0 мм, размер воксела – 1x1x1 мм). Затем последовательно были получены 3 набора функциональных данных (для каждой из парадигм) в режиме T2*-градиентное эхо в аксиальной проекции (TR – 3750 мс, TE – 47 мс, угол наклона – 90 град, матрица – 64x64 мм, толщина среза – 3,0 мм, размер воксела – 3x3x3 мм, 36 срезов в слабе), анализ которых осуществляли с помощью пакета для статистической обработки SPM5 (Wellcome Trust Centre of Neuroimaging, London, UK).

Результаты

Группа контроля. В процессе выполнения парадигмы определялась двусторонняя активация первичной моторной коры (4 ПБ) в нижних отделах передней центральной извилины, соматотопически представляющей собой проекцию органов артикуляционного аппарата, полушарий мозжечка (зон, участвующих в координации мышц лица при артикуляции) и зрительной коры в затылочных долях обоих полушарий (17, 18 ПБ) (рис. 2).

Объем левополушарных зон функционирования – задних отделов нижней лобной извилины слева (зоны Брока (44 ПБ) и верхней височной извилины (зоны Вернике (22, 42 ПБ) – был выше гомологов этих зон в правом полушарии головного мозга (соответственно 7668 мм³ и 6723 мм³). Двусторонняя их активация также определялась в дополнительной моторной коре (6, 8 ПБ) – медиальных отделах верхних лобных извилин обоих полушарий головного мозга и в верхней теменной извилине слева (7 ПБ).

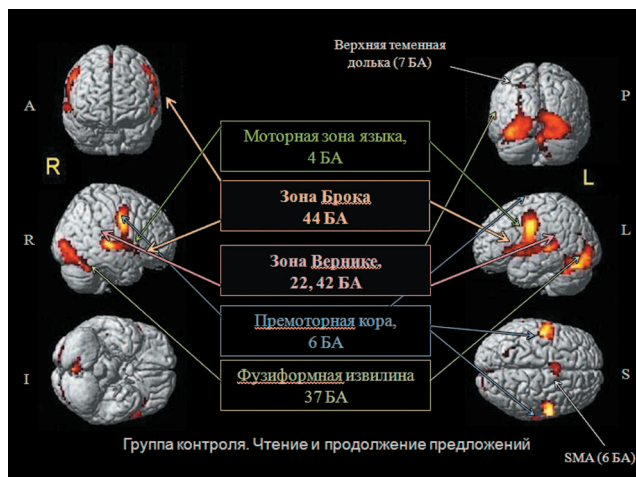


рис. 2: Зоны активации при выполнении речевой парадигмы в контрольной группе, спроецированные на объемное изображение головного мозга.

R – правое полушарие, L – левое полушарие, I – нижняя поверхность, S – верхняя поверхность, A – передняя поверхность, P – задняя поверхность.

таблица 1: Зоны активации для каждой из трех парадигм (групповой анализ, $p < 0,05$).

Локализация зоны активации	Полушарие Бродмана	Координаты (MNI)			Z
		x	y	z	
Верхняя височная извилина – гомолог* зоны Вернике, R	22	54	-30	6	5,48
Верхняя височная извилина – зона Вернике, L	22	-53	-41	8	5,47
Нижняя лобная извилина (в т.ч. гомолог* зоны Брока), R	44, 47	50	20	-4	3,87
Нижняя лобная извилина (в т.ч. зона Брока), L	44, 47	-41	22	2	3,9
Прецентральная извилина, R	4, 6	60	-3	36	5,41
Прецентральная извилина, L	4, 6	-51	-12	33	5,7
Верхняя лобная извилина – SMA, R	6	6	3	66	3,46
Верхняя лобная извилина – SMA, L	6	-6	9	57	3,79
Задние отделы поясной извилины, R	30, 31	19	-72	8	4,2
Задние отделы поясной извилины, L	30, 31	-21	-72	10	4,12
Предклинье–верхняя теменная доля, L	7	-20	-62	47	4,35
Мозжечок, R		21	-60	-24	6,46
Мозжечок, L		-18	-60	-21	5,97
Затылочная доля – зрительная кора, R	17, 18	30	-82	10	5,48
Затылочная доля – зрительная кора, L	17, 18	-32	-83	15	5,48

*Примечание: под гомологом подразумеваются участки коры правого полушария большого мозга; аналогичные таковым в левом. R – правое полушарие большого мозга, L – левое полушарие большого мозга, SMA – дополнительная моторная кора.

Координаты пространственного расположения полученных зон активаций представлены в табл. 1.

Группа больных. С учетом локализации очага инфаркта в левом полушарии пациенты были разделены на 3 группы: 1) с поражением передних отделов мозга (лобной доли); 2) с поражением задних отделов мозга (теменной, височной и затылочной долей); 3) с локализацией очага в глубоких отделах белого вещества головного мозга или подкорковых ганглиях.

У больных с локализацией очага в передних отделах мозга (12 чел.) преобладали нарушения экспрессивной речи (комплексная моторная афазия – 10 чел.) и имелись трудности переключения речевых программ (элементы динамической афазии – 2 чел.). У 2-х в клинической картине наряду с моторной афазией выявлялись элементы акустико-мнестической афазии. Тяжесть речевых нарушений соответствовала умеренной, средняя оценка по шкале Л.С. Цветковой составила 213,5 [151; 234] баллов.

Очаг инфаркта включал области коры и подлежащего белого вещества лобной доли мозга (верхнюю, среднюю, нижнюю лобные извилины, прецентральную извилину), в части случаев (4 чел.) топически совпадал с расположением обеих зон интереса – Брока и органов артикуляции (44 ПБ и 4 ПБ), в других – ограничивался только зоной Брока

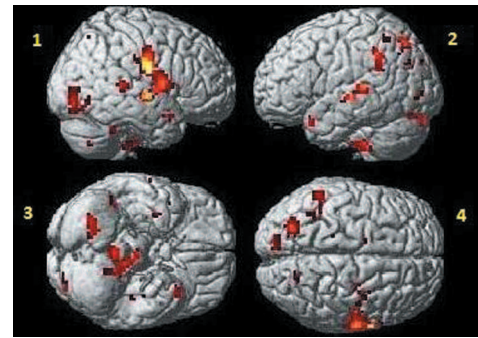


рис. 3: Зоны активации при чтении и продолжении предложений в группе пациентов с локализацией очага инфаркта в передних отделах мозга.

1 – правое полушарие; 2 – левое полушарие; 3 – базальная поверхность; 4 – конвексальная поверхность полушарий большого мозга.

(4 чел.) или зоной артикуляции (2 чел.); у одного пациента располагался в средней лобной извилине (6 ПБ). Зона ишемического повреждения распространялась также на постцентральную и передние отделы верхней теменной извилины (5 чел.), кору островка (6 чел.), из подкорковых образований частично затрагивала лентикулярное ядро (3 чел.). Свойственная здоровым лицам активация зоны Брока и моторной зоны органов артикуляции в прецентральной извилине левого полушария отсутствовала. Происходило переключение функциональной нагрузки на области речевой сети в задних отделах мозга, о чем свидетельствует увеличение участков активации в верхней теменной извилине, темпоро-парието-окципитальной зоне и, дополнительно, в полюсе височной доли (рис. 3).

В правом полушарии, напротив, активировались гомологи основных речевых зон и зрительная кора, одновременно уменьшалась взаимосвязь между нижнелобной и верхневисочной областями за счет снижения размера функциональных зон в участке извилины Гешля, его увеличения в передних отделах верхней височной извилины и частично в правом полушарии мозжечка.

Группу больных с локализацией очага в задних отделах мозга составили 8 чел. с легкими речевыми нарушениями; из них у 6, помимо затруднений понимания обращенной речи (в основном сложных логико-грамматических конструкций), имелись нарушения речевой памяти, что соответствует характеристикам акустико-мнестической, амнестической или семантической афазии, а также их сочетанию; в 2-х случаях диагностирована афферентная моторная афазия легкой степени. Средняя оценка выраженности речевого дефекта по шкале Л.С. Цветковой составила 245 [236; 258] баллов.

Очаг инфаркта располагался в задних отделах мозга, включал теменную, височную и затылочную извилины. В половине случаев он соответствовал средним отделам теменной доли с распространением на верхнюю теменную извилину или угловую и надкраевую извилины, у 2-х захватывал темпоро-парието-окципитальную зону. У одного больного полностью, у другого – частично очаг затрагивал речевую зону Вернике.

Анализ групповых карт активации в данной группе показал, что активация от зоны Брока в левом полушарии смещается вверх, в сторону представительств органов артику-

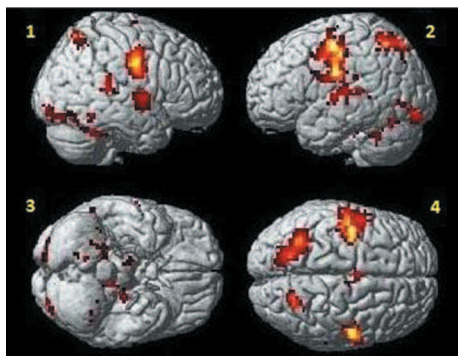


рис. 4: Зоны активации при чтении и продолжении предложений в группе пациентов с локализацией очага инфаркта в задних отделах мозга.

1 – правое полушарие; 2 – левое полушарие; 3 – базальная поверхность; 4 – конвексительная поверхность полушарий большого мозга.

ляции в пре- и постцентральной извилинах, и становится обширнее (рис. 4).

Области активации зоны Вернике и зрительной коры (в обоих полушариях мозга) уменьшаются в размерах, но отмечается усиление и расширение зон функционирования в верхней части теменной доли мозга. Выявляется участок активации в верхней теменной извилине правого полушария, который отсутствует у здоровых лиц. Сохраняется активность, хотя и фрагментарная, в прецентральной и верхней височной извилинах.

В группу с локализацией инфаркта в глубоких отделах белого вещества мозга и/или подкорковых ганглиях вошли 11 больных. Речевой статус у них соответствовал моторной (6 чел.) или сенсорной (3 чел.) формам афазии умеренной выраженности, а также их сочетанию (2 чел.).

У 5 больных очаг инфаркта располагался в белом веществе мозга на границе лобной и теменной долей, у 3-х захватывал хвостатое и/или лентиккулярное ядра. В остальных случаях зона ишемии выявлялась в глубоких отделах белого вещества лобной доли (3 чел.), включая область заднего бедра внутренней капсулы (1 чел.).

У пациентов с подкорковой локализацией инфаркта мозга происходило уменьшение объема и количества всех зон активации в левом полушарии (отсутствие ее в зонах

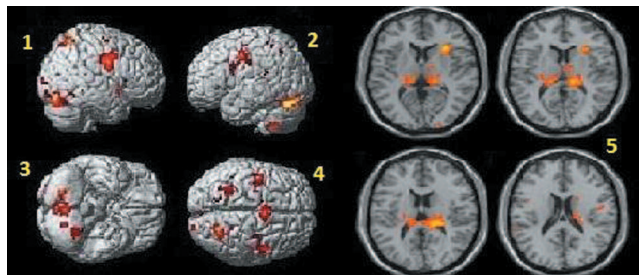


рис. 5: Зоны активации коры и глубоких отделов мозга в группе пациентов с «подкорковой» локализацией очага.

1 – правое полушарие; 2 – левое полушарие; 3 – базальная поверхность; 4 – конвексительная поверхность полушарий большого мозга; 5 – глубокие отделы мозга.

Брока и Вернике, снижение в задних отделах обеих затылочных долей). Наряду с этим определялась смещенная в средний ее отдел активация прецентральной извилины, премоторной зоны и дополнительной моторной коры (симметрично в обоих полушариях), выявлялась небольшая зона функционирования в верхней части теменной доли, значительная – в правых отделах моста, двусторонняя активация таламуса и полушарий мозжечка (рис. 5).

Обсуждение

Результаты проведенного функционального картирования головного мозга подтверждают распространенность речевых представлений в обоих полушариях мозга. Были выявлены функциональные зоны коры, ответственные не за определенный компонент речи, а за весь процесс в целом, включая артикуляцию. Это стало возможным благодаря разработанной нами парадигме – **чтение и продолжение предложений**. Она отражает организацию речевой сети в головном мозге на всех уровнях функционирования, является простой для понимания и исполнения, выполнение ее возможно как здоровыми лицами, так и пациентами с постинсультными афатическими нарушениями.

При выполнении задания выявляется функционирование речевой сети как в левом – доминантном полушарии, так и в правом полушарии, однако объем левополушарных областей превалирует. Это согласуется с данными работ с использованием фМРТ и ПЭТ [12, 22], где также было показано, что фонологическая и семантическая речевая активация у здоровых правшей в 94–96% выявляется в левом полушарии, но практически у всех обследуемых в ответ на речевые задания активируются также правополушарные гомологи.

При оценке карт активаций у пациентов с постинсультными очагами в коре головного мозга мы видим, что в зоне ее повреждения активация отсутствует. В то же время отмечается функционирование тех зон, которые отсутствовали или были незначительными на картах активации здоровых добровольцев. Данный феномен связывают с наличием «молчащих» или «предсуществующих» речевых сетей. Считается, что в норме эти зоны являются второстепенными («подавленными»), но в тех случаях, когда происходит повреждение основных речевых зон в доминантном полушарии, «молчащие» отделы активируются. Мы предполагаем, что данные области коры некорректно считать полностью подавленными у здоровых людей, т.к. речевая нейронная сеть является многокомпонентной, где каждый составляющий ее отдел несет функциональную нагрузку (выполняет определенную роль в процессе обработки речевой информации). В «здоровом мозге» процессы возбуждения и торможения находятся в равновесии, и на фМРТ-картах мы видим активацию минимального количества зон, рационально задействованных в выполнении простого речевого задания. В условиях повреждения головного мозга происходит перераспределение функциональной нагрузки между компонентами речевой сети, она пытается компенсировать имеющийся дефект за счет механизмов нейропластичности: зоны активации перемещаются на сохраненные участки, расширяются в размерах, становятся «видимыми» на фМРТ-картах.

Нами выявлено, что в группе пациентов с передней локализацией постинсультного очага (ПЛО) объем правополу-

шарных активаций превышает левополушарные. В группе пациентов с задней локализацией очага (ЗЛО) объем активаций преобладал в доминантном полушарии. Возможно, такую разницу в функционировании речевой сети можно объяснить тем, что изначально в наших наблюдениях речевые нарушения у пациентов с ПЛО были более выраженными, чем у пациентов с ЗЛО, и к концу первого года после инсульта их речевой дефект был большим. В то же время у пациентов с ЗЛО к концу первого года после инсульта речевые функции практически восстановились. Многими исследователями было установлено, что возрастание активации в контрлатеральном полушарии ассоциируется с худшим восстановлением речи, а увеличение объемов ипсилатеральных зон функционирования соответствует лучшему исходу афазии. N. Tzourio и соавт., J.A. Frost и соавт. [12, 22] показали в работе с использованием ПЭТ и фМРТ, что возросшая активация в правой лобной извилине коррелирует с худшим восстановлением речи в постинсультный период. Исследование J.P. Szaflarski и соавт. [18] также подтверждает, что периинфарктные зоны могут играть более важную роль в восстановлении функций, чем правополушарные гомологи.

Так, при сравнении карт активации постинсультных пациентов и здоровых лиц у больных с хорошим восстановлением афазии функционирование речевых зон было таким же, как у здоровых; при отсутствии достаточного регресса речевых нарушений доминировала активность правосторонних гомологов [9]. Среди обследованных нами больных с ЗЛО, у которых наблюдалось «включение» дополнительных зон в пре-, постцентральной, теменной, височной и затылочной извилинах доминантного полушария, речевые функции к концу первого года после инсульта практически полностью восстановились.

У больных с подкорковой локализацией очага при сохранности функционирования моторной зоны артикуляции не обнаружено достоверной активации основных речевых центров – Брока и Вернике. Это может быть следствием «разобщения» коры и подкорковых структур мозга за счет повреждения ассоциативных и комиссуральных волокон,

связывающих компоненты нейрональной речевой сети. Е.В. Коноваловой [3] в работе с применением ОФЭКТ у больных с «подкорковой» афазией было продемонстрировано ослабление перфузии в корковых зонах речевой сети, R.R. Levassuer (1992) с помощью ПЭТ обнаружил снижение метаболизма в тех же областях. Возможно, что возникновение речевых нарушений при «подкорковой» афазии может быть связано с явлением «диашиза», в пользу значения которого говорит снижение мозгового кровотока не только в речевых зонах, но и во всем левом полушарии, а также симметричных зонах правого полушария. Как подтверждение этой гипотезы, в нашей работе объем правополушарных зон функционирования по сравнению с группой контроля был значительно снижен. Другой особенностью была выраженная активация обоих таламусов и мозжечка, что не отмечалось в группе ПЛО и ЗЛО. Полученные данные являются подтверждением обширности нейрональной речевой сети и переключения ее функционирования в пределах близлежащих образований в условиях, когда поражены субкортикальные структуры мозга. Дискоординация в работе сохранной коры, возможно, лежит в основе феномена «флуктуативности» речевых функций у больных с «подкорковой» афазией.

Заключение

Таким образом, наше исследование подтверждает, что современные методы нейровизуализации, а именно фМРТ, являются достаточно хорошим инструментом для отражения функциональной активности головного мозга. Предложенная для фМРТ парадигма отражает организацию и характер работы речевой системы как в норме, так и у пациентов с постинсультной афазией. Применение неинвазивных методик картирования мозга, которые объединяют структурные и функциональные показатели, позволяет лучше понять механизмы нейропластичности в процессе восстановления афазии, что открывает возможности целенаправленного использования стимуляционных методик для активации речевых зон у больных с нарушениями мозгового кровообращения.

Список литературы

1. Кадыков А.С. Адаптация к нарушениям общения. Медицинская реабилитация. Руководство под ред. В.М. Боголепова. Пермь: ПК «Звезда», 1998. Т1: 592–615.
2. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М: МЕДпресс-информ, 2008.
3. Коновалова Е.В. Нарушение высших психических функций и состояние мозгового кровотока при подкорковой локализации очагов у больных с сосудистыми заболеваниями мозга. Дис. ...канд. мед. наук 14.00.13. М.: 2000.
4. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. М.: 1962: 431с.
5. Цветкова Л.С. Нейропсихологическая реабилитация больных. 2-е изд. М.: Издательство Московского психолого-социального института 2004.
6. Шмидт Е.В., Макинский Т.А. Мозговой инсульт, социальные последствия. Журн. невропат. и психиатр. 1979; 9: 1288–1295.
7. Bersano A., Burgio F., Gattinoni M., Candelise L., PROS II Study Group. Aphasia burden to hospitalized acute stroke patients: need for an early rehabilitation programme. Int. J. Stroke 2009; 4(6): 443–447.

8. Berthier M.L. Poststroke aphasia: epidemiology, pathophysiology and treatment. Drugs Aging. 2005; 22(2): 163–182.
9. Cao Y., Vikingstad E.M., George K.P. et al. Cortical language activation in stroke patients recovering from aphasia with functional MRI. Stroke 1999; 30: 2331–2340.
10. Engstrom M., Ragnehed M., Lundberg P., Soderfeldt B. Paradigm design of sensory-motor and language tests in clinical fMRT. Clinical. Neurophysiol. 2004; 34: 267–277.
11. Fernandes B., Cardebat D., Demonet J.-F. et al. Functional MRI follow-up study of language processes in healthy subjects and during recovery in case of aphasia. Stroke 2004; 35: 2171–2176.
12. Frost J.A., Binder J.R., Springer J.A. et al. Language processing is strongly left lateralized in both sexes. Evidence from functional MRI. Brain 1999; 122 (2): 199–208.
13. Goodglass H., Kaplan E., Barresi B. The assessment of aphasia and related disorders. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
14. Henry J.D., Crawford J.R. A meta-analytic review of verbal fluency performance following focal cortical lesions. Neuropsychology 2004; 18(2): 284–295.

15. Ojemann G.A., Ojemann J.G., Lettich E., Berger M.S. Cortical language localization in left dominant hemisphere. An electrical stimulation mapping investigation in 117 patients. *J. Neurosurg.* 1989; 71: 316–326.
16. Sakai K.L., Hashimoto R., Homae F. Sentence processing in the cerebral cortex. *Neurosci. Res.* 2001; 39: 1–10.
17. Sinai A., Bowers C.W., Crainiceanu C.M. et al. Electrographic high gamma activity versus electrical cortical stimulation mapping of naming. *Brain* 2005; 128: 1556–1570.
18. Szafarski J.P., Eaton K., Ball A.L. et al. Poststroke aphasia recovery with functional magnetic resonance imaging and a picture identification task. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2010; 17.

19. Thulborn K.R., Carpenter P.A., Just M.A. Plasticity of language-related brain function during recovery from stroke. *Stroke* 1999; 30: 749–754.
20. Toga A., Mazziotta J. Brain mapping: The Systems. San Diego, Calif: Academic Pres., 2000.
21. Tsouli S., Kyritsis A.P., Tsagalis G. et al. Significance of aphasia after first-ever acute stroke: impact on early and late outcomes. *Neuroepidemiology* 2009; 33 (2): 96–102.
22. Tzourio N., Crivello F., Mellet E. et al. Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handlers vs right handlers. *Neuroimage* 1998; 8 (1): 1–16.

Organization of language network in healthy subjects and its reorganization in patients with poststroke aphasia

A.V. Belopasova, A.S. Kadykov, R. N. Konovalov, E.I. Kremneva

Research Center of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences (Moscow)

Key words: fMRI, aphasia, speech paradigm, stroke

It's a traditional belief among neuroscientists that the speech function is located in some strictly definite areas of the left hemisphere: Broca's area in the rear part of the lower frontal gyrus (Brodmann area 44, or BA44), and Wernicke's area in the rear part of the upper temporal gyrus (BA22). However, data collected with the contemporary neurovisual research methods, in particular, with functional magnetic resonance imaging (fMRI), disprove the localizationist theory of speech. With the specially designed speech task (paradigm) consisted of sentence reading and sentence continuation tests, we researched distribution of speech neuron network in healthy people and its reorganization in patients with different types of aphasia. After processing of control sample data, we noticed activation of classic speech areas (Broca's and Wernicke's) and their right hemisphere homologues. However, the amount of activations was predominant in the

left hemisphere. We also noticed bilateral activity in lower parts of pre-central (BA4) and post-central (BA1) gyri, in cerebellum hemispheres and in visual cortex (BA17–18). In stroke patients activation in Broca's and Wernicke's areas depended on a lesion location. Activation wasn't registered in case of damage of corresponding region, but it was migrated on perilesional area. We revealed new regions of activity at patients with aphasia, including upper parietal gyrus (BA7), angular and over-marginal gyri (BA39–40). Aforementioned activations were disclosed both in left and right hemispheres. The research shows that the speech paradigm used demonstrates functioning of speech system in the optimal way. The received data will increase understanding of brain structures involved in process of speech and their importance for recovery of damaged speech functions.

Контактный адрес: Белопасова Анастасия Владимировна – асп. 3-го неврологического отделения ФГБУ «НЦН» РАМН. 125367, Москва, Волоколамское ш., д. 80. Тел.: +7 (495) 490-24-17; e-mail: mastusha@yandex.ru;

Кадыков А.С. – руководитель 3-го неврологического отделения ФГБУ «НЦН» РАМН;

Коновалов Р.Н. – ст. науч. сотр. отделения лучевой диагностики ФГБУ «НЦН» РАМН;

Кремнева Е.И. – асп. отделения лучевой диагностики ФГБУ «НЦН» РАМН.