обзор литературы

# Понимание и порождение речи и реорганизация речевых зон мозга у пациентов с височной эпилепсией

**Анна Николаевна Юрченко**
Центр языка и мозга, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Москва, Россия;
Неврологическая клиника «Центр эпилепсии», Москва, Россия

**Аннотация**. Данный обзор посвящен пониманию и порождению речи у пациентов с височной эпилепсией — неврологическим заболеванием, при котором источник эпилептиформной активности располагается в непосредственной близости от речевых зон мозга или их гомологов. Результаты исследований показывают, что у пациентов с височной эпилепсией речь может быть нарушена на различных языковых уровнях: от отдельных слов до дискурса. По данным нейровизуализации, височная эпилепсия может сопровождаться реорганизацией функциональных связей, изменениями в локализации и латерализации речевых зон мозга, структуре коры и проводящих путей головного мозга. При этом степень выраженности речевых нарушений, функциональных и структурных изменений может коррелировать с такими клиническими факторами, как латерализация эпилептогенного очага, возраст начала и длительность заболевания и индекс представленности эпилептиформной активности.

**Контактная информация**: Анна Николаевна Юрченко, anyurchenko@hse.ru, 101000, Москва, Россия, ул. Старая Басманная, 21/4, Центр языка и мозга, НИУ ВШЭ.

**Ключевые слова**: височная эпилепсия, порождение речи, понимание речи, речевые нарушения, речевые зоны, реорганизация

**© 2019** Анна Николаевна Юрченко. Данная статья доступна по лицензии Creative Commons “Attribution” («Атрибуция») 4.0. всемирная, согласно которой возможно неограниченное распространение и воспроизведение этой статьи на любых носителях при условии указания автора и ссылки на исходную публикацию статьи в данном журнале в соответствии с канонами научного цитирования.

**Благодарности**. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-312-00091.

Статья поступила в редакцию 01 ноября 2019 г. Принята в печать 28 декабря 2019 г.

## Введение

Эпилепсия является распространенным неврологическим заболеванием, которое характеризуется эпилептическими приступами, вызванными избыточной нейрональной активностью, в основе которой лежит нарушенный баланс возбуждения-торможения между нейронными популяциями (Engel, 1996). Причиной эпилепсии могут стать врожденные пороки развития коры головного мозга, опухоли, инсульты, травмы и другое. Височная эпилепсия, при которой источник эпилептиформной активности находится в медиальных или латеральных отделах височной доли, — наиболее частотная (Engel et al., 1997; Engel et al., 2002). Поскольку височные доли мозга принимают активное участие в процессах речевой обработки (см., например, Riès et al., 2016), встает вопрос о том, как наличие эпилептогенного очага отражается на речевой функции у пациентов с височной эпилепсией.

В недавнем обзоре Дутты и коллег (Dutta et al., 2019) были представлены результаты поведенческих исследований понимания и порождения речи у пациентов с различной локализацией эпилептогенного очага в группах и на индивидуальном уровне. В свою очередь, в работе Балтер, Лина и соавторов (Balter, Lin et al., 2019) анализируются данные экспе-

риментов, посвященных реорганизации речевых зон у пациентов с височной эпилепсией и ее возможному влиянию на результаты хирургического лечения. Данная статья является попыткой интеграции этих двух подходов к изучению речи при эпилепсии: сопоставление с группой нормы, с одной стороны, поведенческих результатов пациентов с различной локализацией эпилептогенного очага, а с другой — нейрофизиологических и морфологических данных о мозговом субстрате, обеспечивающем процессы речевой обработки. Представленные результаты поведенческих исследований сгруппированы в соответствии с анализируемыми языковыми уровнями: отдельные слова, предложения и дискурс (текст с учетом его социо- и психолингвистических аспектов). В обзор включены групповые исследования с участием пациентов, которые не проходили хирургического лечения до момента тестирования.

## Понимание и порождение речи на различных языковых уровнях

### Понимание и порождение отдельных слов

Большинство поведенческих исследований речи у пациентов с левосторонней (ЛВЭ) и правосторонней (ПВЭ) височной эпилепсией посвящены пониманию и порождению отдельных слов. При этом их результаты являются довольно противоречивыми. Так, некоторые данные свидетельствуют о том, что, в отличие от пациентов с правосторонней локализацией эпилептогенного очага, у пациентов с очагом в левой височной доле могут наблюдаться трудности с пониманием существительных (Giovagnoli et al., 2005: в состав исследуемых групп вошли 29 пациентов с очагом в медиальных (мЛВЭ) и 16 пациентов с очагом в латеральных (лЛВЭ) отделах левой височной доли, 31 пациент с очагом в медиальных (мПВЭ) и 9 пациентов с очагом в латеральных (лПВЭ) отделах правой височной доли) и глаголов (Yurchenko et al., 2017: 12 пациентов с ЛВЭ, 12 пациентов с ПВЭ). Джованьоли и коллеги (Giovagnoli et al., 2005) предполагают, что наблюдаемые трудности могут быть вызваны нарушениями функций гиппокампа, ответственного за ассоциации между семантически нагруженными стимулами, или функций неокортикальных отделов височной доли, обеспечивающих лексический доступ.

Следует отметить, что в некоторых исследованиях не было выявлено статистически значимых различий между группами пациентов, а также между пациентами и здоровыми испытуемыми в понимании отдельных слов (Bartha et al., 2005: 12 пациентов с мЛВЭ, 11 пациентов с мПВЭ; Kho et al., 2008: 16 пациентов с мЛВЭ, 16 пациентов с мПВЭ). Причины подобных противоречий требуют дальнейшего изучения и могут быть связаны со многими факторами — как методическими ограничениями работ, так и разнородностью клинической выборки. Возможное влияние данных факторов подтверждается тем, что, по результатам работы Джованьоли и коллег (2005), различия между группами пациентов с височной эпилепсией и группой нормы не достигли статистической значимости при отдельном рассмотрении пациентов с источником эпилептиформной активности в медиальных vs. латеральных отделах височных долей.

Ситуация с порождением слов (существительных) обстоит более однозначно. В ряде исследований было показано, что у пациентов с очагом в левой височной доле способность называть объекты (по описанию, предъявленному на слух, и по рисунку) может быть снижена по сравнению с пациентами с правосторонней локализацией очага (Bonelli et al., 2011: 37 пациентов с мЛВЭ, 29 пациентов с мПВЭ; Fargo et al., 2005: 52 пациента с мЛВЭ, 47 пациентов с мПВЭ; Giovagnoli et al., 2005; Hamberger et al., 2010: 25 пациентов с мЛВЭ, 20 пациентов с мПВЭ; Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009: 27 пациентов с ЛВЭ (из них 19 пациентов с мЛВЭ и 6 пациентов с лЛВЭ), 14 пациентов с ПВЭ (из них 7 пациентов с мПВЭ и 5 пациентов с лПВЭ)) и здоровыми носителями языка (Bonelli et al., 2011; Giovagnoli et al., 2005). Кроме того, при разбиении пациентов на группы в соответствии с расположением эпилептогенного очага в пределах височной доли (медиальные vs. латеральные отделы) наблюдалось значимое ухудшение результатов у пациентов с очагом в латеральных отделах височной доли по сравнению с пациентами с правосторонней локализацией очага и контрольной группой (Giovagnoli et al., 2005). По мнению авторов, данные различия подтверждают важность неокортикальных структур в хранении семантической информации и ее извлечении из памяти. Схожие результаты были получены в исследовании Требушон-Да Фонсеки и соавторов (Trebuchon-Da Fonseca, et al., 2009). При этом результаты некоторых работ свидетельствуют о том, что у пациентов с правосторонней локализацией очага также могут наблюдаться трудности с порождением существительных (Condret-Santi et al., 2014: 16 пациентов с очагом в доминантной и 16 пациентов с очагом в недоминантной по речи височной доле; Giovagnoli et al., 2016: 54 пациента с ЛВЭ, 52 пациента с ПВЭ; Lomlomdjian et al., 2011: 13 пациентов с мЛВЭ, 13 пациентов с мПВЭ; Silvia et al., 2003: 16 пациентов с мЛВЭ, 17 пациентов с мПВЭ). Кроме того, по данным исследования Юрченко и коллег (Yurchenko et al., 2017), порождение глаголов может быть нарушено у пациентов с височной эпилепсией вне зависимости от латерализации эпилептогенного очага. Нарушение порождения отдельных слов при эпилепсии связывают с трудностями лексического доступа.

### Понимание и порождение предложений и дискурса

Данные, характеризующие обработку речи на более высоких языковых уровнях (на уровне предложений и дискурса) у пациентов с височной эпилепсией, также весьма ограниченны и противоречивы. Для оценки понимания речи на уровне предложений часто используется Токен-тест (de Renzi, Vignolo, 1962), который основан на выполнении пациентом предъявленных на слух инструкций различной длительности и синтаксической сложности. Некоторые работы показывают, что результаты этого теста не позволяют выявить различий между пациентами с левосторонней и правосторонней латерализацией эпилептогенного очага

(Ramirez et al., 2010: 43 пациента с мЛВЭ, 34 пациента с мПВЭ; Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009) и здоровыми испытуемыми (Giovagnoli, 1999: 16 пациентов с ЛВЭ, 8 пациентов с ПВЭ). По мнению авторов, сохранность понимания предложений у пациентов с очагом в левой височной доле, у которых при этом наблюдаются трудности с порождением слов, позволяет сделать вывод о специфическом нарушении лексического доступа, которое не является следствием общего речевого расстройства или утраты информации о концептах из семантической памяти. Однако, по результатам исследования Ванг и соавторов (Wang et al., 2011: 61 пациент с височной эпилепсией), трудности с порождением отдельных слов и пониманием предложений могут наблюдаться с одинаковой частотой (нарушения у 46–47 % выборки по сравнению с нормативными данными, без учета фактора латерализации источника эпилептиформной активности).

Согласно исследованию Ко и коллег (Kho et al., 2008), результаты теста на сопоставление предложений различной синтаксической сложности и рисунков не различались для пациентов с левосторонней и правосторонней височной эпилепсией и контрольной группы. При этом имеются данные об ухудшении результатов в обеих группах пациентов по сравнению со здоровыми испытуемыми для аналогичного задания (Юрченко и др., 2019: 22 пациента с ЛВЭ, 22 пациента с ПВЭ). Трудности с пониманием предложений (вопросов различной синтаксической структуры) были также зафиксированы у половины пациентов с височной эпилепсией, принимавших участие в исследовании Ломломджан и коллег (Lomlomdjian et al., 2017: всего 40 пациентов с ЛВЭ, 34 пациента с ПВЭ), вне зависимости от латерализации эпилептогенного очага. На данный момент нам не известны исследования, позволяющие оценить порождение речи на уровне предложений у пациентов с височной эпилепсией.

Ухудшение способности понимать речь у пациентов с височной эпилепсией было отмечено и на уровне дискурса. Результаты эксперимента, описанного в работе Юрченко и коллег (2019) и направленного на исследование понимания речи на различных языковых уровнях у пациентов с эпилептогенным очагом в левой и правой височной доле, показали, что, наряду с пониманием отдельных предложений, в обеих группах пациентов могут наблюдаться трудности в понимании нарратива по сравнению со здоровыми носителями языка. Результаты исследования Джованьоли и соавторов (Giovagnoli et al., 2011) также свидетельствуют о том, что пациенты с височной эпилепсией с меньшим успехом распознают и понимают ложные убеждения других людей, их психические состояния, знания и намерения (62 пациента с ЛВЭ, 47 пациентов с ПВЭ). У пациентов с правосторонней локализацией очага трудности с интерпретацией социальной составляющей ситуации и выявлением ошибок в социальном поведении героев могут быть выражены в большей степени, в то время как пациенты с левосторонней локализацией очага, несмотря на общие трудности, правильно понимают социальный контекст (Lomlomdjian et al., 2017). По результатам эксперимента, во время которого пациентов просили объяснить значение пословиц и оценивали правильность и уровень абстракции их интерпретаций, при височной эпилепсии может быть снижена и способность интерпретировать метафорические значения (McDonald et al., 2008: 11 пациентов с ЛВЭ, 8 пациентов с ПВЭ). Ответы пациентов были менее абстрактными по сравнению с контрольной группой испытуемых, причем в данном случае снижение показателей было более выражено у пациентов с очагом в левой височной доле. Полученные данные подтверждают вовлеченность височных долей мозга в процессы интерпретации метафорических значений, а также свидетельствуют о том, что при увеличении лингвистической сложности задания (которое, к примеру, включает понимание предложений) степень вовлеченности левого полушария может увеличиваться.

Анализ порождения нарративного (рассказ по последовательности рисунков) и инструктивного (инструкция по походу в супермаркет) дискурса у пациентов с ранним дебютом эпилепсии по сравнению с нормой был проведен в работе Бэлла и коллег (Bell et al., 2003) (9 пациентов с ЛВЭ, 7 пациентов с ПВЭ). Для инструктивного дискурса различий между группами участников эксперимента обнаружено не было. При этом у некоторых пациентов в обеих группах наблюдались трудности с порождением нарративного дискурса: их истории содержали меньше ключевой информации, речь была медленнее и содержала больший процент некоммуникативных составляющих. По словам авторов, это может быть отражением того, что височная эпилепсия с ранним началом может стать причиной генерализованного когнитивного расстройства вне зависимости от латерализации очага.

В отличие от работы Бэлла и соавторов (Bell et al., 2003), в исследовании Ломломджан и коллег (Lomlomdjian et al., 2017) были обнаружены различия в порождении дискурса между пациентами с очагом в левой и правой височной доле. Пациенты с правосторонней локализацией очага хуже справлялись с заданием на пересказ истории: им было трудно выстроить макроструктуру дискурса, организовав информацию иерархически, выделить основную линию повествования и опустить детали. По результатам анализа диалога пациенты этой группы также получили более низкие баллы, что было связано со снижением их способности придерживаться темы дискурса, кратко выражать свои мысли, понимать скрытые смыслы и интерпретировать метафорический язык. У пациентов с очагом в левой височной доле снижение результатов было, главным образом, вызвано трудностями с лексическим доступом и инициацией речи. Следует отметить, что результаты тестирования на уровне отдельных слов (например, порождение существительных) у пациентов с височной эпилепсией не коррелировали с характеристиками спонтанной речи в сложных коммуникативных ситуациях, которая опирается на дополнительные процессы речевой обработки (например, анализ семантического, синтаксического и дискурсивного контекста, включая социокультурный контекст), внимания и памяти.

Филд и коллеги (Field et al., 2000) проанализировали порождение нарратива у пациентов с левосторонней латерализацией очага в условиях снижения когнитивной нагрузки (16 пациентов). Для этого они

просили пациентов и здоровых испытуемых три раза подряд составить рассказ по одной серии рисунков. Пациенты отличались от здоровых испытуемых по параметрам длины рассказа в словах и его продолжительности в секундах. В то время как здоровые участники эксперимента были склонны к тому, чтобы делать рассказ более лаконичным и ограниченным по длительности, у пациентов с эпилепсией длина рассказа в словах и его длительность увеличивались. При этом показатель беглости речи увеличивался в обеих группах от первой к третьей попытке. Авторы подчеркивают, что различия между группами наблюдаются на макролингвистическом уровне: пациенты используют большее количество слов для изложения все более знакомой истории. Данные различия могут быть связаны с ограниченными нейрокогнитивными возможностями у пациентов с эпилептогенным очагом в левой височной доле, а многословность может быть попыткой скомпенсировать сниженную информационную наполненность.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что степень речевых нарушений у пациентов с височной эпилепсией может коррелировать со снижением других когнитивных функций. В частности, наблюдается корреляция между уровнем невербального интеллекта и результатами тестов на понимание и порождение отдельных слов (Giovagnoli et al., 2005; Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009). Однако, как отмечают Требушон-Да Фонсека и соавторы (Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009), выполнение теста на интеллект может вовлекать ряд когнитивных процессов, включая внутреннюю речь. В связи с этим трудности с лексическим доступом могут стать причиной более низких результатов. Другое возможное объяснение основано на том, что тяжелые формы эпилепсии могут приводить к трудностям усвоения языка и обучения в целом, что отражается на результатах рассматриваемых тестов. При этом результаты исследования не обнаружили корреляции между порождением слов и рабочей памятью у пациентов с височной эпилепсией.

Рай и коллеги (Rai et al., 2015) проанализировали связь между речевыми нарушениями (по результатам оценки спонтанной речи, понимания, повторения и называния), памятью и управляющими функциями и выявили трудности с речевой обработкой (в первую очередь с лексическим доступом) у 48 % пациентов (из 59 пациентов с височной эпилепсией). При этом не было обнаружено различий между пациентами с височной эпилепсией и пациентами с эпилептогенным очагом за пределами височной доли, а также между пациентами со склерозом гиппокампа и пациентами с иной локализацией эпилептогенного очага в пределах височной доли. Нарушение управляющих функций наблюдалось у всех пациентов, но было в меньшей степени выражено у пациентов с височной эпилепсией по сравнению с пациентами с очагом за пределами височной доли, а также у пациентов со склерозом гиппокампа по сравнению с пациентами с иной локализацией очага. Нарушения памяти были обнаружены у 20 % пациентов с височной эпилепсией, без значимых различий между группами. По данным исследования, нарушение более чем одной когнитивной функции из трех (речь, память, управляющие функции) наблюдалось у 82 % пациентов (в выборке, включающей как пациентов с височной эпилепсией, так и пациентов с эпилептогенным очагом за пределами височной доли), причем у 21 % пациентов наряду с речевой обработкой были затронуты как функция памяти, так и управляющие функции.

### Выводы

Результаты представленных выше исследований позволяют сделать выводы о том, что речевая обработка у пациентов с височной эпилепсией может быть нарушена на различных языковых уровнях — от отдельных слов до дискурса. У пациентов с левосторонней височной эпилепсией в большей степени по сравнению с пациентами с правосторонней локализацией очага выражены трудности с пониманием и порождением отдельных слов, которые могут быть вызваны нарушениями лексического доступа и оказывать влияние на речевую обработку на более высоких языковых уровнях. На уровне предложений, как и на уровне дискурса, трудности могут наблюдаться в обеих группах в одинаковой степени, при этом для пациентов с правосторонней височной эпилепсией более сложным является понимание социальной составляющей ситуации и построение макроструктуры дискурса. Необходимо учитывать, что степень нарушений зависит не только от латерализации эпилептогенного очага, но и от его локализации в пределах височной доли, а также от других клинических факторов: например, возраст начала эпилепсии коррелирует с успешностью выполнения задания на порождение отдельных слов, понимание метафорического языка и анализ психических состояний и знаний других людей в контексте ситуации (Condret-Santi et al., 2014; Giovagnoli et al., 2011; McDonald et al., 2008), а частота приступов и длительность заболевания может коррелировать со способностью порождать отдельные слова и понимать предложения (Trebuchon-Da Fonseca et al., 2009; Wang et al., 2011). Результаты некоторых исследований также демонстрируют связь между успешностью речевой обработки и другими когнитивными функциями (уровнем интеллекта, памятью и управляющими функциями). Однако следует подчеркнуть, что противоречивость представленных данных свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения речевой функции и ее взаимодействия с другими когнитивными функциями у пациентов с височной эпилепсией с учетом влияния клинических факторов.

## Реорганизация процессов речевой обработки и обеспечивающих их мозговых структур

Предыдущие разделы данного обзора продемонстрировали, что у пациентов с височной эпилепсией может быть нарушено понимание и порождение речи на различных языковых уровнях. Встает вопрос о том, какие изменения в процессах речевой обработки и со-

ответствующем мозговом субстрате наблюдаются у пациентов с эпилептогенным очагом в левой и правой височной доле. Для изучения данного аспекта может быть применен интракаротидный тест Вада, который основан на введении анестетика в артерию, питающую левое или правое полушарие головного мозга. Данный метод инвазивен, однако его преимуществом является возможность оценить участие в речевых процессах одного полушария мозга без вовлечения другого.

Джански и коллеги (Janszky et al., 2003) применили тест Вада с целью проанализировать латерализацию речевых зон в группе из 100 пациентов со склерозом гиппокампа, при котором эпилептогенный очаг располагался в медиальных отделах височной доли (83 пациента с мЛВЭ, 17 пациентов с мПВЭ). Контролируя фактор расположения очага, авторы также оценили влияние возраста начала и длительности заболевания, латерализации и индекса представленности эпилептиформной активности. В соответствии с результатами теста, атипичная латерализация речевых зон наблюдалась только у пациентов с левосторонней латерализацией очага (у 24 % пациентов из этой подгруппы) и коррелировала с леворукостью. При этом она была также связана с высоким индексом представленности эпилептиформной активности и наличием сенсорных аур, которые свидетельствуют о вовлечении заднелатеральных отделов височной доли. Таким образом, эпилептиформная активность, вызванная склерозом гиппокампа, может стать причиной правосторонней латерализации основных речевых зон, несмотря на то что они сохранны и находятся на удалении от эпилептогенного очага. При этом не было обнаружено влияния возраста пациента во время события, ставшего причиной склероза гиппокампа (в основном фебрильные судороги), а также возраста начала приступов. Отсутствие корреляции может быть связано с тем, что провоцирующие события обычно случаются в раннем детстве (до 3 лет), во время максимальной пластичности головного мозга с возможностью реорганизации в более позднем возрасте.

В отличие от теста Вада, который отражает вовлеченность левого и правого полушария по отдельности и не позволяет более точно локализовать мозговую активность, с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) можно сопоставить степень одновременной вовлеченности полушарий в процессы речевой обработки с высоким пространственным разрешением. По результатам исследования Джански и коллег (Janszky et al., 2006), у пациентов с эпилептогенным очагом в левой височной доле наблюдается снижение индекса латерализации (степени смещения в пользу левого полушария) функциональной активности при выполнении задания на вербальную беглость по сравнению с пациентами с правосторонней локализацией очага (28 пациентов с мЛВЭ, 11 пациентов с мПВЭ). Была обнаружена корреляция между частотой эпилептических разрядов между приступами и степенью вовлеченности правого полушария в процессы речевой обработки. Это свидетельствует в пользу того, что частая интериктальная эпилептиформная активность, распространяющаяся из медиальных отделов левой височной доли в ее неокортикальные структуры, способствует переносу речевых зон из левого полушария в правое. При этом результаты исследования не показали значимой корреляции между латерализацией речевых зон и возрастом начала приступов. Авторы предполагают, что в случае постоянных функциональных и медленно прогрессирующих структурных нарушений (например, хроническая эпилептиформная активность, глиомы низкой степени злокачественности) перенос речевых зон в правое полушарие может происходить без серьезных афатических нарушений даже в подростковом и раннем взрослом возрасте.

Вутс и соавторы (Voets et al., 2005) также использовали задание на вербальную беглость и показали, что активация в левой нижней лобной извилине у пациентов с левосторонней латерализацией очага снижена по сравнению с контрольной группой, в то время как для правой нижней лобной извилины показатели для двух групп не различались (12 пациентов с ЛВЭ). При этом пик активации в правом полушарии у пациентов был смещен кзади по сравнению с группой нормы и не являлся гомологом активной зоны в левой лобной доле. Результаты исследования свидетельствуют о том, что правая нижняя лобная извилина играет важную роль в реорганизации речевой функции после поражения левого полушария в контексте височной эпилепсии, при этом адаптивные речевые механизмы могут отличаться от процессов, наблюдаемых в норме.

Вовлечение правой лобной доли в процессы речевой обработки было проанализировано и в исследовании Бонелли и коллег (Bonelli et al., 2011), основанном на сопоставлении результатов теста на называние объектов и фМРТ-активации, связанной с выполнением задания на вербальную беглость. Анализ корреляции показал, что у здоровых испытуемых и пациентов с правосторонней локализацией очага более высокие результаты связаны с повышенной активацией в левом гиппокампе, тогда как у пациентов с очагом в левой височной доле этой корреляции обнаружено не было. В данной группе пациентов более высокие результаты были ассоциированы с повышенной активацией в средней и нижней лобных извилинах левого и в меньшей степени правого полушарий. Результаты исследования свидетельствуют о том, что трудности с порождением слов у пациентов с левосторонней локализацией очага могут быть связаны с изменениями в работе гиппокампов и компенсаторным вовлечением лобных долей.

Снижение индекса латерализации активности в лобных долях у пациентов с очагом в левой височной доле по сравнению с группой нормы было также обнаружено Пауэллом и коллегами (Powell et al., 2007) при тестировании порождения глаголов в ответ на предъявленное существительное (37 пациентов с мЛВЭ, 29 пациентов с мПВЭ). Статистически значимые различия были выявлены и между пациентами с левосторонней и правосторонней локализацией очага. Кроме того, Вонг и соавторы (Wong et al., 2009) использовали схожее задание и обнаружили дополнительную активацию в правой лобной доле (нижняя и средняя лобные извилины) у пациентов обеих групп по сравнению со здоровыми испытуемыми (10 пациентов с мЛВЭ, 9 пациентов с мПВЭ). При этом у пациентов

с эпилептогенным очагом в левой височной доле, в отличие от пациентов с правосторонней локализацией очага, наблюдалась дополнительная активация в нижней и верхней теменных дольках левого полушария, что может быть связано с повышенной сложностью задания для пациентов этой группы. Результаты исследования также свидетельствуют о том, что корреляция между правильностью ответов и активацией в традиционных речевых зонах левого полушария у пациентов с левосторонней локализацией очага была ниже по сравнению с контрольной группой. Авторы отмечают, что в данном случае происходит не только вовлечение правых гомологов речевых зон в процессы речевой обработки, но и реорганизация внутри левого полушария.

Триммел и соавторы (Trimmel et al., 2018) проанализировали данные фМРТ, характеризующие называние объектов по их вербальному описанию или рисунку, и исследовали функциональную связанность между различными зонами мозга (35 пациентов с ЛВЭ, 24 пациента с ПВЭ). Анализ активации мозговых структур показал, что зоны мозга, вовлеченные в выполнение заданий и ассоциированные с правильностью ответов (включая среднюю и нижнюю височные извилины, верхнюю лобную извилину, переднюю поясную кору слева и нижнюю лобную извилину билатерально), не различались для пациентов с левосторонней и правосторонней локализацией очага и здоровых испытуемых. При этом у пациентов с источником эпилептиформной активности в левой височной доле более ранний возраст начала заболевания и его длительность коррелировали со снижением функциональной связанности между задними отделами нижней височной извилины, передними отделами средней височной извилины, задними отделами верхней височной извилины, полюсом височной доли и нижней лобной извилиной, а также между прецентральной и веретенообразной извилинами левого полушария. Полученные данные свидетельствуют о нарушениях в нейронных сетях, обеспечивающих речевую обработку и включающих левую височную долю, у пациентов с левосторонней локализацией очага. Следует также отметить, что, согласно результатам исследования Форсета и соавторов (Forseth et al., 2018), активность в нижней лобной и веретенообразной извилинах наряду с внутритеменной бороздой отражает процессы семантической обработки и является критичной для выполнения обоих заданий на порождение слов.

В работе Манселла и коллег (Muncell et al., 2019) для выявления корреляции между функциональной связанностью и успешностью называния был применен метод машинного обучения (12 пациентов с ЛВЭ, 12 пациентов с ПВЭ, объединенные в одну группу, с доминантным по речи левым полушарием, по данным теста Вада). Авторы исследования проанализировали связи между зонами мозга, вовлеченными в выполнение различных тестов на понимание и порождение речи, и их способность предсказывать результаты теста на называние объектов. Полученные данные свидетельствуют о том, что успешность выполнения данного задания ассоциируется с функциональными связями между лобными и височными долями билатерально, включая медиальные отделы височных долей (левый гиппокамп, парагиппокампальную извилину и правую парагиппокампальную извилину). Таким образом, результаты исследования подтверждают вовлеченность правого полушария в процессы, обеспечивающие порождение слов, хотя и не позволяют определить, насколько она является критичной для выполнения задания.

Функциональные изменения подтверждаются и исследованиями, основанными на данных фМРТ покоя. Дусэ и коллеги (Doucet et al., 2015) показали, что, несмотря на фокальный характер эпилепсии, у пациентов с височной эпилепсией наблюдается усиление функциональных связей в целом вне зависимости от наличия/отсутствия структурных изменений (22 пациента со склерозом гиппокампа, из них 12 пациентов с правосторонней локализацией очага, 28 пациентов без структурных изменений мозга, из них 16 пациентов с правосторонней локализацией очага). Значимое влияние на состояние сетей покоя оказывает возраст начала приступов, причем данная связь в большей степени характерна для пациентов со склерозом гиппокампа: при склерозе гиппокампа и позднем начале приступов снижается возможность развития компенсаторных механизмов, что приводит к более выраженным функциональным нарушениям, несмотря на меньшую длительность заболевания. При позднем начале приступов функциональная связанность между лобными долями и другими отделами головного мозга была снижена по сравнению со здоровыми испытуемыми, тогда как у пациентов с ранним началом приступов наблюдался обратный эффект. У пациентов с ранним началом приступов вне зависимости от наличия/отсутствия структурных аномалий была также обнаружена повышенная функциональная связанность между поясной корой и прилежащими отделами, что может отражать процессы адаптации, связанные с активным вовлечением поясной коры в когнитивные процессы. В то же время наблюдалось снижение функциональной связанности между гиппокампом и другими компонентами сети. Таким образом, даже при отсутствии структурных аномалий, эпилептиформная активность в гиппокампе приводит к функциональным изменениям, более выраженным в случае раннего начала приступов. По мнению авторов, взаимодействие между факторами возраста начала приступов и наличием/отсутствием структурных аномалий связано с тем, что сниженная пластичность в случае более позднего начала заболевания противостоит глубоким нарушениям связей между гиппокампом и другими отделами головного мозга (в данном случае имеется в виду патологическая пластичность, которая, в отличие от физиологической пластичности, обеспечивающей процессы обучения и памяти, способствует закреплению патологических функциональных систем и способствует разрушению нервной ткани; McEachern, Shaw, 1999). При этом в раннем возрасте возможна реорганизация функциональной сети, включая сегрегацию на отдельные компоненты с целью нормального функционирования за пределами эпилептогенного очага. Однако структурные нарушения в медиальных отделах височной доли могут препятствовать данному процессу.

Анализ данных воксельной морфометрии, позволяющей оценить объем серого вещества головного

мозга, свидетельствует о том, что наличие эпилептогенного очага в левой или правой височной доле не только оказывает влияние на речевую обработку и функциональные связи, но и приводит к структурным изменениям в коре больших полушарий. Кеммотсу и коллеги (Kemmotsu et al., 2011) обнаружили снижение толщины коры в лобных, височных и теменных отделах у пациентов как с левосторонней, так и с правосторонней локализацией очага, особенно выраженное в ипсилатеральном эпилептогенному очагу полушарии (18 пациентов с ЛВЭ, 18 пациентов с ПВЭ). При этом у пациентов с очагом в левом полушарии указанные изменения были более обширными и коррелировали с длительностью заболевания. Лабудда и соавторы (Labudda et al., 2012) сравнили объем серого вещества в лобных и височных областях для двух полушарий у пациентов с левосторонней локализацией очага (40 пациентов со склерозом гиппокампа). По результатам исследования, вне зависимости от типичности латерализации областей мозга, вовлеченных в речевую обработку, показатели были более высокими для правого полушария. Авторы связывают обнаруженную асимметрию с тем, что левосторонняя височная эпилепсия, вызванная в данном случае склерозом гиппокампа, сопровождается атрофией экстрагиппокампальных отделов коры, которая в большей степени характерна для ипсилатерального эпилептогенному очагу полушария.

В пользу структурной реорганизации мозгового субстрата, обеспечивающего речевую обработку, при височной эпилепсии свидетельствуют и данные о строении проводящих путей белого вещества (трактов). Результаты анализа Пауэлла и соавторов (Powell et al., 2007) с применением метода диффузионно-тензорной трактографии показывают, что у пациентов с эпилептогенным очагом в левой височной доле связи между речевыми зонами в левом полушарии могут быть ослаблены по сравнению со здоровыми испытуемыми и пациентами с правосторонней локализацией очага. Это свидетельствует о разрушении трактов в ипсилатеральном эпилептогенному очагу левом полушарии, которое сопровождается их усилением в правом полушарии. При этом у пациентов с очагом в правой височной доле наблюдалось усиление проводящих путей в левом полушарии, несмотря на то что эпилептогенный очаг находится в недоминантном по речи полушарии. Таким образом, в отличие от нормы и пациентов с правосторонней локализацией очага, у которых объем проводящих путей больше в левом полушарии, у пациентов с левосторонней локализацией очага может наблюдаться обратное соотношение (Chang et al., 2017: 14 пациентов с ЛВЭ; Kemmotsu et al., 2011; Powell et al., 2007). По данным Кеммотсу и коллег (Kemmotsu et al., 2011), более выраженные изменения в структуре проводящих путей ассоциируются с ранним возрастом начала заболевания. Авторы связывают данную корреляцию с тем, что у детей эпилептиформная активность может стать причиной задержки в миелинизации аксонов (Hermann et al., 2010).

Существует взаимосвязь между структурной реорганизацией в мозге и функциональной пластичностью у пациентов с височной эпилепсией. Как показала работа Лабудды и коллег (Labudda et al., 2012), у пациентов с очагом в левой височной доле и атипичной латерализацией речевых зон также наблюдается увеличение объема серого вещества в правой верхней височной извилине по сравнению с пациентами с их типичной латерализацией. Была также обнаружена прямая связь между распределением фМРТ-активации во время речевой обработки и латерализацией проводящих путей в мозге у пациентов с левосторонней и правосторонней височной эпилепсией (Chang et al., 2017; Powell et al., 2007). Чанг и соавторы (Chang et al., 2017) отмечают, что разрушение дугообразного пучка, который играет важную роль в речевой обработке (см., например, Catani, Mesulam, 2008), могло стать причиной адаптационного переноса речевых зон.

### Выводы

Исследования с применением различных методов свидетельствуют о реорганизации процессов понимания и порождения речи и обеспечивающего эти процессы мозгового субстрата у пациентов с височной эпилепсией. Данные изменения в большей степени выражены у пациентов с левосторонней локализацией эпилептогенного очага и заключаются в атипичной латерализации речевых зон, включая снижение индекса латерализации активности в лобных долях, а также реорганизации внутри левого полушария с возможным усилением активности в лобной доле и вовлечением теменной доли. При этом вовлеченность правого полушария и функциональные связи между лобными и височными долями обоих полушарий коррелируют с успешностью выполнения речевых заданий. Функциональные изменения у пациентов с левосторонней локализацией очага сопровождаются изменениями в объеме серого вещества коры больших полушарий: толщина коры лобных и височных долей оказывается больше в правом полушарии.

Следует отметить, что структурные изменения наблюдаются и у пациентов с эпилептогенным очагом в правой височной доле: вне зависимости от латерализации очага у пациентов с височной эпилепсией происходит ослабление трактов в ипсилатеральном и их усиление в контралатеральном очагу полушарии, а также происходит снижение толщины коры в лобных, височных и теменных долях, особенно выраженное в ипсилатеральном очагу полушарии. На функционирование и строение отделов мозга, связанных с речевой обработкой, оказывают влияние такие клинические факторы, как локализация источника эпилептиформной активности в медиальных vs. латеральных отделах височной доли, наличие/отсутствие структурных аномалий, возраст начала и длительность заболевания и индекс представленности эпилептиформной активности.

## Заключение

Исследования, представленные в данном обзоре, демонстрируют трудности в понимании и порождении речи и изменения в мозговом субстрате, обеспечивающем процессы речевой обработки, у пациентов с височной эпилепсией. Некоторая противоречивость

описанных в литературе результатов может быть связана с ограниченным числом работ в этом направлении, различиями в методике проведения экспериментов и гетерогенностью клинических групп. Для более глубокого понимания того, каким образом различные клинические факторы влияют на функциональные и структурные изменения, сопоставления наблюдаемых изменений с другими когнитивными функциями и физиологическими процессами, необходимы дальнейшие исследования.

## Литература


*Юрченко А. Н., Арутюнян В. Г., Головтеев А. Л., Драгой О. В.* Понимание речи на различных языковых уровнях у пациентов с височной эпилепсией // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: Буки Веди, ИППиП, 2019. С. 552–556. URL: http://conf.virtualcoglab.ru/2019/Proceedings/pdf/YurchenkoetalMoscowCogSci2019.pdf.

*Balter S., Lin G., Leyden K., Paul B., McDonald C.* Neuroimaging correlates of language network impairment and reorganization in temporal lobe epilepsy // Brain and Language. 2019. Vol. 193. P. 31–44. doi:10.1016/j.bandl.2016.06.002

*Bartha L.* Interictal language functions in temporal lobe epilepsy // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2005. Vol. 76. No. 6. P. 808–814. doi:10.1136/jnnp.2004.045385

*Bell B., Dow C., Watson E. R., Woodard A., Hermann B., Seidenberg M.* Narrative and procedural discourse in temporal lobe epilepsy // Journal of the International Neuropsychological Society. 2003. Vol. 9. No. 5. P. 733–739. doi:10.1017/s1355617703950065

*Bonelli S.B., Powell R., Thompson P.J., Yogarajah M., Focke N.K., Stretton J., Vollmar C., Symms M.R., Price C.J., Duncan J.S., Koepp M.J.* Hippocampal activation correlates with visual confrontation naming: fMRI findings in controls and patients with temporal lobe epilepsy // Epilepsy Research. 2011. Vol. 95. No.3. P. 246 – 254. doi:10.1016/j.eplepsyres.2011.04.007

*Catani M., Mesulam M.* The arcuate fasciculus and the disconnection theme in language and aphasia: History and current state // Cortex. 2008. Vol. 44. No. 8. P. 953–961. doi:10.1016/j.cortex.2008.04.002

*Chang Y.-H.A., Kemmotsu N., Leyden K. M., Kucukboyaci N. E., Iragui V. J., Tecoma E. S., Kansal L., Norman M. A., Compton R., Ehrlich T. J., Uttarwar V. S., Reyes A., Paul B. M., McDonald C. R.* Multimodal imaging of language reorganization in patients with left temporal lobe epilepsy // Brain and Language. 2017. Vol. 170. P. 82–92. doi:10.1016/j.bandl.2017.03.012

*Condret-Santi V., Barragan-Jason G., Valton L., Denuelle M., Curot J., Nespoulous J.-L., Barbeau E. J.* Object and proper name retrieval in temporal lobe epilepsy: A study of difficulties and latencies // Epilepsy Research. 2014. Vol. 108. No. 10. P. 1825–1838. doi:10.1016/j.eplepsyres.2014.09.001

*De Renzi E., Vignolo L. A.* Token test: A sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics // Brain. 1962. Vol. 85. No. 4. P. 665–678. doi:10.1093/brain/85.4.665

*Doucet G. E., Sharan A., Pustina D., Skidmore C., Sperling M. R., Tracy J. I.* Early and late age of seizure onset have a differential impact on brain resting-state organization in temporal lobe epilepsy // Brain Topography. 2015. Vol. 28. No. 1. P. 113–126. doi:10.1007/s10548-014-0366-6

*Dutta M., Murray L., Miller W., Groves D.* Effects of epilepsy on language functions: Scoping review and data mining findings // American Journal of Speech-Language Pathology. 2018. Vol. 27. No. 1S. P. 350–378. doi:10.1044/2017_ajslp-16-0195

*Engel J.* Excitation and inhibition in epilepsy // Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques. 1996. Vol. 23. No. 3. P. 167–174. doi:10.1017/s0317167100038464

*Engel J., Wilson C., Lopez-Rodriquez F.* Limbic connectivity: Anatomical substrates of behavioural disturbances in epilepsy // The neuropsychiatry of epilepsy. Cambridge University Press, 2002. P. 18–38. doi:10.1017/cbo9780511544354.003

*Engel J. J., Williamson P. D., Wieser H.-G.* Mesial temporal lobe epilepsy // Epilepsy: A comprehensive textbook. Lippincott-Raven, 1997. Vol. 3. P. 2417–2426.

*Fargo J. D., Schefft B. K., Dulay M. F., Privitera M. D., Yeh H.-S.* Confrontation naming in individuals with temporal lobe epilepsy: A quantitative analysis of paraphasic error subtypes // Neuropsychology. 2005. Vol. 19. No. 5. P. 603–611. doi:10.1037/0894-4105.19.5.603

*Field S. J., Saling M. M., Berkovic S. F.* Interictal discourse production in temporal lobe epilepsy // Brain and Language. 2000. Vol. 74. No. 2. P. 213–222. doi:10.1006/brln.2000.2335

*Forseth K. J., Kadipasaoglu C. M., Conner C. R., Hickok G., Knight R. T., Tandon N.* A lexical semantic hub for heteromodal naming in middle fusiform gyrus // Brain. 2018. Vol. 141. No. 7. P. 2112–2126. doi:10.1093/brain/awy120

*Giovagnoli A., Erbetta A., Villani F., Avanzini G.* Semantic memory in partial epilepsy: Verbal and non-verbal deficits and neuroanatomical relationships // Neuropsychologia. 2005. Vol. 43. No. 10. P. 1482–1492. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2004.12.010

*Giovagnoli A. R.* Verbal semantic memory in temporal lobe epilepsy // Acta Neurologica Scandinavica. 1999. Vol. 99. No. 6. P. 334–339. doi:10.1111/j.1600-0404.1999.tb07361.x

*Giovagnoli A. R., Franceschetti S., Reati F., Parente A., Maccagnano C., Villani F., Spreafico R.* Theory of mind in frontal and temporal lobe epilepsy: Cognitive and neural aspects // Epilepsia. 2011. Vol. 52. No. 11. P. 1995–2002. doi:10.1111/j.1528-1167.2011.03215.x

*Giovagnoli A. R., Parente A., Didato G., Manfredi V., Deleo F., Tringali G., Villani F.* The course of language functions after temporal lobe epilepsy surgery: A prospective study // European Journal of Neurology. 2016. Vol. 23. No. 12. P. 1713–1721. doi:10.1111/ene.13113

*Hamberger M. J., Seidel W. T., McKhann G. M., Goodman R. R.* Hippocampal removal affects visual but not auditory naming // Neurology. 2010. Vol. 74. No. 19. P. 1488–1493. doi:10.1212/wnl.0b013e3181dd40f0

*Hermann B. P., Dabbs K., Becker T., Jones J. E., y Gutierrez A. M., Wendt G., Koehn M. A., Sheth R., Seidenberg M.* Brain development in children with new onset epilepsy: A prospective controlled cohort investigation // Epilepsia. 2010. Vol. 51. No. 10. P. 2038–2046. doi:10.1111/j.1528-1167.2010.02563.x

*Janszky J., Jokeit H., Heinemann D., Schulz R., Woermann F. G., Ebner A.* Epileptic activity influences the speech organization in medial temporal lobe epilepsy // Brain. 2003. Vol. 126. No. 9. P. 2043–2051. doi:10.1093/brain/awg193

*Janszky J., Mertens M., Janszky I., Ebner A., Woermann F. G.* Left-sided interictal epileptic activity induces shift of language lateralization in temporal lobe epilepsy: An fMRI study // Epilepsia. 2006. Vol. 47. No. 5. P. 921–927. doi:10.1111/j.1528-1167.2006.00514.x

*Kemmotsu N., Girard H. M., Bernhardt B. C., Bonilha L., Lin J. J., Tecoma E. S., Iragui V. J., Hagler D. J., Halgren E., McDonald C. R.* MRI analysis in temporal lobe epilepsy: Cortical thinning and white matter disruptions are related to side of seizure onset // Epilepsia. 2011. Vol. 52. No. 12. P. 2257–2266. doi:10.1111/j.1528-1167.2011.03278.x

*Kho K. H., Indefrey P., Hagoort P., van Veelen C. W. M., van Rijen P. C., Ramsey N. F.* Unimpaired sentence comprehension after anterior temporal cortex resection // Neuropsychologia. 2008. Vol. 46. No. 4. P. 1170–1178. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.014

*Labudda K., Mertens M., Janszky J., Bien C. G., Woermann F. G.* Atypical language lateralisation associated with right fronto-temporal grey matter increases — a combined fMRI and VBM study in left-sided mesial temporal lobe epilepsy patients // NeuroImage. 2012. Vol. 59. No. 1. P. 728–737. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.07.053

*Lomlomdjian C., Múnera C. P., Low D. M., Terpiluk V., Solís P., Abusamra V., Kochen S.* The right hemisphere's contribu-

tion to discourse processing: A study in temporal lobe epilepsy // Brain and Language. 2017. Vol. 171. P. 31–41. doi:10.1016/j.bandl.2017.04.001

*Lomlomdjian C., Solis P., Medel N., Kochen S.* A study of word finding difficulties in Spanish speakers with temporal lobe epilepsy // Epilepsy Research. 2011. Vol. 97. No. 1–2. P. 37–44. doi:10.1016/j.eplepsyres.2011.06.016

*McDonald C. R., Delis D. C., Kramer J. H., Tecoma E. S., Iragui V. J.* A componential analysis of proverb interpretation in patients with frontal lobe epilepsy and temporal lobe epilepsy: Relationships with disease-related factors // The Clinical Neuropsychologist. 2008. Vol. 22. No. 3. P. 480–496. doi:10.1080/13854040701363828

*McEachern J. C., Shaw C. A.* The plasticity-pathology continuum: Defining a role for the LTP phenomenon // Journal of Neuroscience Research. 1999. Vol. 58. No. 1. P. 42–61. doi:10.1002/(sici)1097-4547(19991001)58:1<42::aid-jnr6>3.0.co;2-l

*Munsell B., Wu G., Fridriksson J., Thayer K., Mofrad N., Desisto N., Shen D., Bonilha L.* Relationship between neuronal network architecture and naming performance in temporal lobe epilepsy: A connectome based approach using machine learning // Brain and Language. 2019. Vol. 193. P. 45–57. doi:10.1016/j.bandl.2017.08.006

*Powell H. W. R., Parker G. J. M., Alexander D. C., Symms M. R., Boulby P. A., Wheeler-Kingshott C. A. M., Barker G. J., Koepp M. J., Duncan J. S.* Abnormalities of language networks in temporal lobe epilepsy // NeuroImage. 2007. Vol. 36. No. 1. P. 209–221. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.02.028

*Rai V. K., Shukla G., Afsar M., Poornima S., Pandey R., Rai N., Goyal V., Srivastava A., Vibha D., Behari M.* Memory, executive function and language function are similarly impaired in both temporal and extra temporal refractory epilepsy — A prospective study // Epilepsy Research. 2015. Vol. 109. P. 72–80. doi:10.1016/j.eplepsyres.2014.09.031

*Ramirez M. J., Schefft B. K., Howe S. R., Hovanitz C., Yeh H.-s., Privitera M. D.* The effects of perceived emotional distress on language performance in intractable epilepsy // Epilepsy & Behavior. 2010. Vol. 18. No. 1–2. P. 64–73. doi:10.1016/j.yebeh.2010.02.020

*Riès S. K., Dronkers N. F., Knight R. T.* Choosing words: Left hemisphere, right hemisphere, or both? Perspective on the lateralization of word retrieval // Annals of the New York Academy of Sciences. 2016. Vol. 1369. No. 1. P. 111–131. doi:10.1111/nyas.12993

*Silvia O., Patricia S., Damián C., Brenda G., Walter S., Luciana D., Estela C., Patricia S., Silvia K.* Mesial temporal lobe epilepsy and hippocampal sclerosis: Cognitive function assessment in Hispanic patients // Epilepsy & Behavior. 2003. Vol. 4. No. 6. P. 717–722. doi:10.1016/j.yebeh.2003.09.008

*Trebuchon-Da Fonseca A., Guedj E., Alario F.-X., Laguitton V., Mundler O., Chauvel P., Liegeois-Chauvel C.* Brain regions underlying word finding difficulties in temporal lobe epilepsy // Brain. 2009. Vol. 132. No. 10. P. 2772–2784. doi:10.1093/brain/awp083

*Trimmel K., van Graan A. L., Caciagli L., Haag A., Koepp M. J., Thompson P. J., Duncan J. S.* Left temporal lobe language network connectivity in temporal lobe epilepsy // Brain. 2018. Vol. 141. No. 8. P. 2406–2418. doi:10.1093/brain/awy164

*Voets N. L., Adcock J. E., Flitney D. E., Behrens T. E. J., Hart Y., Stacey R., Carpenter K., Matthews P. M.* Distinct right frontal lobe activation in language processing following left hemisphere injury // Brain. 2005. Vol. 129. No. 3. P. 754–766. doi:10.1093/brain/awh679

*Wang W.-H., Liou H.-H., Chen C.-C., Chiu M.-J., Chen T.-F., Cheng T.-W., Hua M.-S.* Neuropsychological performance and seizure-related risk factors in patients with temporal lobe epilepsy: A retrospective cross-sectional study // Epilepsy & Behavior. 2011. Vol. 22. No. 4. P. 728–734. doi:10.1016/j.yebeh.2011.08.038

*Wong S. W. H., Jong L., Bandur D., Bihari F., Yen Y.-F., Takahashi A. M., Lee D. H., Steven D. A., Parrent A. G., Pigott S. E., Mirsattari S. M.* Cortical reorganization following anterior temporal lobectomy in patients with temporal lobe epilepsy // Neurology. 2009. Vol. 73. No. 7. P. 518–525. doi:10.1212/wnl.0b013e3181b2a48e

*Yurchenko A., Golovteev A., Kopachev D., Dragoy O.* Comprehension and production of nouns and verbs in temporal lobe epilepsy // Epilepsy & Behavior. 2017. Vol. 75. P. 127–133. doi:10.1016/j.yebeh.2017.07.006

review articles

# Language Processing and Reorganization in the Brain in Patients with Temporal Lobe Epilepsy

**Anna Yurchenko**
Center for Language and Brain, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia;
Neurological Clinic "Epilepsy Center", Moscow, Russia

**Abstract**. This paper explores language comprehension and production in patients with temporal lobe epilepsy, a neurological disorder characterized by an epileptogenic focus near language areas or their homologues in the brain. Behavioral studies have shown that language processing in patients with temporal lobe epilepsy could be impaired across language domains — from single words to discourse. Neuroimaging data suggest that temporal lobe epilepsy may lead to changes in the lateralization and localization of language functions, reorganization of functional connections, and alterations in cortical structure and white matter tracts. The severity of language impairments and the degree of functional and structural reorganization in the brain correlate with clinical factors, including lateralization of the epileptogenic focus, age at seizure onset, disease duration, and frequency of epileptiform activity.

**Correspondence**: Anna Yurchenko, anyurchenko@hse.ru, Staraya Basmannaya, bld. 21/4, room 510, 105066 Moscow, Russia, Center for Language and Brain, NRU HSE

**Keywords**: temporal lobe epilepsy, language comprehension, language production, language impairment, functional reorganization

**Copyright** © 2019. Anna Yurchenko. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author is credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice.

**Acknowledgements**. The article was prepared with the financial support of the RFBR, Project No. 18-312-00091

Received November 1, 2019, accepted December 28, 2019.

## References

Balter, S., Lin, G., Leyden, K., Paul, B., & McDonald, C. (2019). Neuroimaging correlates of language network impairment and reorganization in temporal lobe epilepsy. *Brain and Language, 193*, 31–44. doi:10.1016/j.bandl.2016.06.002

Bartha, L. (2005). Interictal language functions in temporal lobe epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 76*(6), 808–814. doi:10.1136/jnnp.2004.045385

Bell, B., Dow, C., Watson, E.R., Woodard, A., Hermann, B., & Seidenberg, M. (2003). Narrative and procedural discourse in temporal lobe epilepsy. *Journal of the International Neuropsychological Society, 9*(5), 733–739. doi:10.1017/s1355617703950065

Bonelli, S.B., Powell, R., Thompson, P.J., Yogarajah, M., Focke, N.K., Stretton, J., Vollmar, C., Symms, M.R., Price, C.J., Duncan, J.S., & Koepp, M.J. (2011). Hippocampal activation correlates with visual confrontation naming: fMRI findings in controls and patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Research, 95*(3), 246 – 254. doi:10.1016/j.eplepsyres.2011.04.007

Catani, M., & Mesulam, M. (2008). The arcuate fasciculus and the disconnection theme in language and aphasia: History and current state. *Cortex, 44*(8), 953–961. doi:10.1016/j.cortex.2008.04.002

Chang, Y.-H.A., Kemmotsu, N., Leyden, K.M., Kucukboyaci, N.E., Iragui, V.J., Tecoma, E.S., Kansal, L., Norman, M.A., Compton, R., Ehrlich, T.J., Uttarwar, V.S., Reyes, A., Paul, B.M., & McDonald, C.R. (2017). Multimodal imaging of language reorganization in patients with left temporal lobe epilepsy. *Brain and Language, 170*, 82–92. doi:10.1016/j.bandl.2017.03.012

Condret-Santi, V., Barragan-Jason, G., Valton, L., Denuelle, M., Curot, J., Nespoulous, J.-L., & Barbeau, E.J. (2014). Object and proper name retrieval in temporal lobe epilepsy: A study of difficulties and latencies. *Epilepsy Research, 108*(10), 1825–1838. doi:10.1016/j.eplepsyres.2014.09.001

De Renzi, E., & Vignolo, L. A. (1962). Token test: A sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics. *Brain, 85*(4), 665–678. doi:10.1093/brain/85.4.665

Doucet, G. E., Sharan, A., Pustina, D., Skidmore, C., Sperling, M. R., & Tracy, J. I. (2015). Early and late age of seizure onset have a differential impact on brain resting-state organization in temporal lobe epilepsy. *Brain Topography, 28*(1), 113–126. doi:10.1007/s10548-014-0366-6

Dutta, M., Murray, L., Miller, W., & Groves, D. (2018). Effects of epilepsy on language functions: Scoping review and data mining findings. *American Journal of Speech-Language Pathology, 27*(1S), 350–378. doi:10.1044/2017_ajslp-16-0195

Engel, J. (1996). Excitation and inhibition in epilepsy. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques, 23*(3), 167–174. doi:10.1017/s0317167100038464

Engel, J., Wilson, C., & Lopez-Rodriquez, F. (2002). Limbic connectivity: Anatomical substrates of behavioural disturbances in epilepsy. In *The neuropsychiatry of epilepsy* (pp. 18–38). Cambridge University Press. doi:10.1017/cbo9780511544354.003

Engel, J. J., Williamson, P. D., & Wieser, H.-G. (1997). Mesial temporal lobe epilepsy. In *Epilepsy: A comprehensive textbook,* (Vol. 3, pp. 2417–2426). Lippincott-Raven.

Fargo, J. D., Schefft, B. K., Dulay, M. F., Privitera, M. D., & Yeh, H.-S. (2005). Confrontation naming in individuals with temporal lobe epilepsy: A quantitative analysis of paraphasic error subtypes. *Neuropsychology, 19*(5), 603–611. doi:10.1037/0894-4105.19.5.603

Field, S. J., Saling, M. M., & Berkovic, S. F. (2000). Interictal discourse production in temporal lobe epilepsy. *Brain and Language, 74*(2), 213–222. doi:10.1006/brln.2000.2335

Forseth, K. J., Kadipasaoglu, C. M., Conner, C. R., Hickok, G., Knight, R. T., & Tandon, N. (2018). A lexical semantic hub for heteromodal naming in middle fusiform gyrus. *Brain, 141*(7), 2112–2126. doi:10.1093/brain/awy120

Giovagnoli, A., Erbetta, A., Villani, F., & Avanzini, G. (2005). Semantic memory in partial epilepsy: Verbal and nonverbal deficits and neuroanatomical relationships. *Neuropsychologia, 43*(10), 1482–1492. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2004.12.010

Giovagnoli, A. R. (1999). Verbal semantic memory in temporal lobe epilepsy. *Acta Neurologica Scandinavica, 99*(6), 334–339. doi:10.1111/j.1600-0404.1999.tb07361.x

Giovagnoli, A. R., Franceschetti, S., Reati, F., Parente, A., Maccagnano, C., Villani, F., & Spreafico, R. (2011). Theory of mind in frontal and temporal lobe epilepsy: Cognitive and neural aspects. *Epilepsia, 52*(11), 1995–2002. doi:10.1111/j.1528-1167.2011.03215.x

Giovagnoli, A. R., Parente, A., Didato, G., Manfredi, V., Deleo, F., Tringali, G., & Villani, F. (2016). The course of language functions after temporal lobe epilepsy surgery: A prospective study. *European Journal of Neurology, 23*(12), 1713–1721. doi:10.1111/ene.13113

Hamberger, M. J., Seidel, W. T., McKhann, G. M., & Goodman, R. R. (2010). Hippocampal removal affects visual but not auditory naming. *Neurology, 74*(19), 1488–1493. doi:10.1212/wnl.0b013e3181dd40f0

Hermann, B. P., Dabbs, K., Becker, T., Jones, J. E., y Gutierrez, A. M., Wendt, G., Koehn, M. A., Sheth, R., & Seidenberg, M. (2010). Brain development in children with new onset epilepsy: A prospective controlled cohort investigation. *Epilepsia, 51*(10), 2038–2046. doi:10.1111/j.1528-1167.2010.02563.x

Janszky, J., Jokeit, H., Heinemann, D., Schulz, R., Woermann, F. G., & Ebner, A. (2003). Epileptic activity influences the speech organization in medial temporal lobe epilepsy. *Brain, 126*(9), 2043–2051. doi:10.1093/brain/awg193

Janszky, J., Mertens, M., Janszky, I., Ebner, A., & Woermann, F. G. (2006). Left-sided interictal epileptic activity induces shift of language lateralization in temporal lobe epilepsy: An fMRI study. *Epilepsia, 47*(5), 921–927. doi:10.1111/j.1528-1167.2006.00514.x

Kemmotsu, N., Girard, H. M., Bernhardt, B. C., Bonilha, L., Lin, J. J., Tecoma, E. S., Iragui, V. J., Hagler, D. J., Halgren, E., & McDonald, C. R. (2011). MRI analysis in temporal lobe epilepsy: Cortical thinning and white matter disruptions are related to side of seizure onset. *Epilepsia, 52*(12), 2257–2266. doi:10.1111/j.1528-1167.2011.03278.x

Kho, K. H., Indefrey, P., Hagoort, P., van Veelen, C. W. M., van Rijen, P. C., & Ramsey, N. F. (2008). Unimpaired sentence comprehension after anterior temporal cortex resection. *Neuropsychologia, 46*(4), 1170–1178. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.014

Labudda, K., Mertens, M., Janszky, J., Bien, C. G., & Woermann, F. G. (2012). Atypical language lateralisation associated with right fronto-temporal grey matter increases — a combined fMRI and VBM study in left-sided mesial temporal lobe epilepsy patients. *NeuroImage, 59*(1), 728–737. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.07.053

Lomlomdjian, C., Múnera, C. P., Low, D. M., Terpiluk, V., Solís, P., Abusamra, V., & Kochen, S. (2017). The right hemisphere's contribution to discourse processing: A study in temporal lobe epilepsy. *Brain and Language, 171*, 31–41. doi:10.1016/j.bandl.2017.04.001

Lomlomdjian, C., Solis, P., Medel, N., & Kochen, S. (2011). A study of word finding difficulties in Spanish speakers with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Research, 97*(1–2), 37–44. doi:10.1016/j.eplepsyres.2011.06.016

McDonald, C. R., Delis, D. C., Kramer, J. H., Tecoma, E. S., & Iragui, V. J. (2008). A componential analysis of proverb interpretation in patients with frontal lobe epilepsy and temporal lobe epilepsy: Relationships with disease-related factors. *The Clinical Neuropsychologist, 22*(3), 480–496. doi:10.1080/13854040701363828

McEachern, J. C., & Shaw, C. A. (1999). The plasticity-pathology continuum: Defining a role for the LTP phenomenon. *Journal of Neuroscience Research, 58*(1), 42–61. doi:10.1002/(sici)1097-4547(19991001)58:1<42::aid-jnr6>3.0.co;2-l

Munsell, B., Wu, G., Fridriksson, J., Thayer, K., Mofrad, N., Desisto, N., Shen, D., & Bonilha, L. (2019). Relationship between neuronal network architecture and naming performance in temporal lobe epilepsy: A connectome based approach using machine learning. *Brain and Language, 193*, 45–57. doi:10.1016/j.bandl.2017.08.006

Powell, H. W. R., Parker, G. J. M., Alexander, D. C., Symms, M. R., Boulby, P. A., Wheeler-Kingshott, C. A. M., Barker, G. J., Koepp, M. J., & Duncan, J. S. (2007). Abnormalities of language networks in temporal lobe epilepsy. *NeuroImage, 36*(1), 209–221. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.02.028

Rai, V. K., Shukla, G., Afsar, M., Poornima, S., Pandey, R., Rai, N., Goyal, V., Srivastava, A., Vibha, D., & Behari, M. (2015). Memory, executive function and language function are similarly impaired in both temporal and extra temporal refractory epilepsy — A prospective study. *Epilepsy Research, 109*, 72–80. doi:10.1016/j.eplepsyres.2014.09.031

Ramirez, M. J., Schefft, B. K., Howe, S. R., Hovanitz, C., Yeh, H.-s., & Privitera, M. D. (2010). The effects of perceived emotional distress on language performance in intractable epilepsy. *Epilepsy & Behavior, 18*(1–2), 64–73. doi:10.1016/j.yebeh.2010.02.020

Riès, S. K., Dronkers, N. F., & Knight, R. T. (2016). Choosing words: Left hemisphere, right hemisphere, or both? Perspective on the lateralization of word retrieval. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1369*(1), 111–131. doi:10.1111/nyas.12993

Silvia, O., Patricia, S., Damián, C., Brenda, G., Walter, S., Luciana, D., Estela, C., Patricia, S., & Silvia, K. (2003). Mesial temporal lobe epilepsy and hippocampal sclerosis: Cognitive function assessment in Hispanic patients. *Epilepsy & Behavior, 4*(6), 717–722. doi:10.1016/j.yebeh.2003.09.008

Trebuchon - Da Fonseca, A., Guedj, E., Alario, F.-X., Laguitton, V., Mundler, O., Chauvel, P., & Liegeois-Chauvel, C. (2009). Brain regions underlying word finding difficulties in temporal lobe epilepsy. *Brain, 132*(10), 2772–2784. doi:10.1093/brain/awp083

Trimmel, K., van Graan, A. L., Caciagli, L., Haag, A., Koepp, M. J., Thompson, P. J., & Duncan, J. S. (2018). Left temporal lobe language network connectivity in temporal lobe epilepsy. *Brain, 141*(8), 2406–2418. doi:10.1093/brain/awy164

Voets, N. L., Adcock, J. E., Flitney, D. E., Behrens, T. E. J., Hart, Y., Stacey, R., Carpenter, K., & Matthews, P. M. (2005). Distinct right frontal lobe activation in language processing following left hemisphere injury. *Brain, 129*(3), 754–766. doi:10.1093/brain/awh679

Wang, W.-H., Liou, H.-H., Chen, C.-C., Chiu, M.-J., Chen, T.-F., Cheng, T.-W., & Hua, M.-S. (2011). Neuropsychological performance and seizure-related risk factors in patients with temporal lobe epilepsy: A retrospective cross-sectional study. *Epilepsy & Behavior, 22*(4), 728–734. doi:10.1016/j.yebeh.2011.08.038

Wong, S. W. H., Jong, L., Bandur, D., Bihari, F., Yen, Y.-F., Takahashi, A. M., Lee, D. H., Steven, D. A., Parrent, A. G., Pigott, S. E., & Mirsattari, S. M. (2009). Cortical reorganization following anterior temporal lobectomy in patients with temporal lobe epilepsy. *Neurology, 73*(7), 518–525. doi:10.1212/wnl.0b013e3181b2a48e

Yurchenko, A., Arutiunian, V., Golovteev, A., & Dragoy, O. (2019). Speech comprehension at different language levels in patients with temporal lobe epilepsy. In E. V. Pechenkova, & M. V. Falikman (Eds.), *Cognitive science in Moscow: New research* (pp. 552–556). Moscow: Buki Vedi. (In Russian). Retrieved from http://conf.virtualcoglab.ru/2019/Proceedings/pdf/YurchenkoetalMoscowCogSci2019.pdf.

Yurchenko, A., Golovteev, A., Kopachev, D., & Dragoy, O. (2017). Comprehension and production of nouns and verbs in temporal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior, 75*, 127–133. doi:10.1016/j.yebeh.2017.07.006