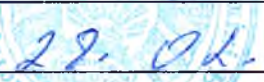


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра

 Е.Н.Кроткова

 2022 г.

Регистрационный № 148 – 1121

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ОТДЕЛОВ  
КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА  
С НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

(инструкция по применению)

**УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК:** государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр неврологии и  
нейрохирургии»

**АВТОРЫ:** к.м.н. Талабаев М.В., Соловьева А.Ю., Венегас К.И.,  
Забродец Г.В., Змачинская О.Л., Антоненко А.И., Науменко Д.В., к.б.н.,  
доцент Пархач Л.П.

Минск, 2021

В настоящей инструкции по применению (далее – инструкции) изложен метод определения функционально-значимых отделов коры головного мозга у пациентов детского возраста с новообразованиями головного мозга с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии, диффузно тензорной трактографии и прямой стимуляции головного мозга, который может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на лечение новообразований головного мозга.

Метод, изложенный в настоящей инструкции, предназначен для врачей-нейрохирургов, врачей лучевой диагностики, врачей нейрофизиологов и иных врачей-специалистов организаций здравоохранения, занимающихся нейрохирургическим лечением новообразований головного мозга в стационарных условиях.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГМ – головной мозг.

МРТ – магнитно-резонансная томография.

фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография.

ИОНМ – интраоперационный нейромониторинг.

ФЗО – функционально значимые отделы.

ДТТ – диффузно-тензорные трактограммы.

ДТИ – диффузно-тензорные изображения.

### ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

D33.0 – доброкачественные новообразования головного мозга над мозговым наметом.

C71 – злокачественное новообразование головного мозга.

D18 – гемангиома и лимфангиома любой локализации.

### ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Острые и хронические заболевания в стадии декомпенсации.
2. Заболевания и патологические состояния, сопровождающиеся нарушениям свертываемости крови до их компенсации.
3. Наличие патологии, препятствующей хирургическим вмешательствам на головном мозге.

### ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАГЕНТОВ, ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ И Т.Д.

1. Операционный стол, позволяющий проводить нейрохирургические операции с использованием различных положений пациента.
2. Наборы нейрохирургических и микрохирургических инструментов.
3. Бестеновой осветитель операционного поля.
4. Системы оптического увеличения (бинокулярные лупы, операционные микроскопы).
5. Аппарат ультразвуковой диагностики экспертного класса с датчиками.
6. Электромагнитная или оптическая нейронавигация с возможностью построения диффузно-тензорной трактографии.
7. Системы аспирации-ирригации операционного поля.
8. Электрохирургическое оборудование для коагуляции тканей.
9. Нейрофизиологический комплекс, позволяющий выполнять

прямую кортикальную и субкортикальную стимуляцию головного мозга.

10. Аппарат искусственной вентиляции легких для проведения анестезиолого-реанимационного пособия с применением ЛС.

## ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА

1. Выполняют структурную МРТ с оценкой места расположения новообразования по отношению к ФЗО коры ГМ, отвечающим за:

1.1. функцию движения – поля Бродмана 4, 1, 2, 3 (первичная двигательная кора, соответствующая прецентральной и постцентральной извилинам); поле Бродмана 6 (дополнительная моторная кора, соответствующая задней трети верхней лобной извилины) (рисунок 1);

1.2. функцию речи – поля Бродмана 44, 45 (зона Брока, соответствующая задней трети нижней лобной извилины доминантного полушария); поля Бродмана 22, 39, 40 (зона Вернике, соответствующая супрамаргинальной, ангулярной, задней трети верхней височной извилин доминантного полушария); поле Бродмана 6 (дополнительная речевая кора, соответствующая задней трети верхней лобной извилины доминантного полушария, расположенная кпереди от дополнительной моторной коры);

1.3. функция зрения – поле Бродмана 17 (первичная зрительная кора, соответствующая анатомически определяемой стриарной коре) и поля Бродмана 18, 19 (дополнительная зрительная кора, соответствующая престриарной коре);

1.4. высшую нервную деятельность – поля Бродмана 13,14,16 инсулярная кора ГМ.

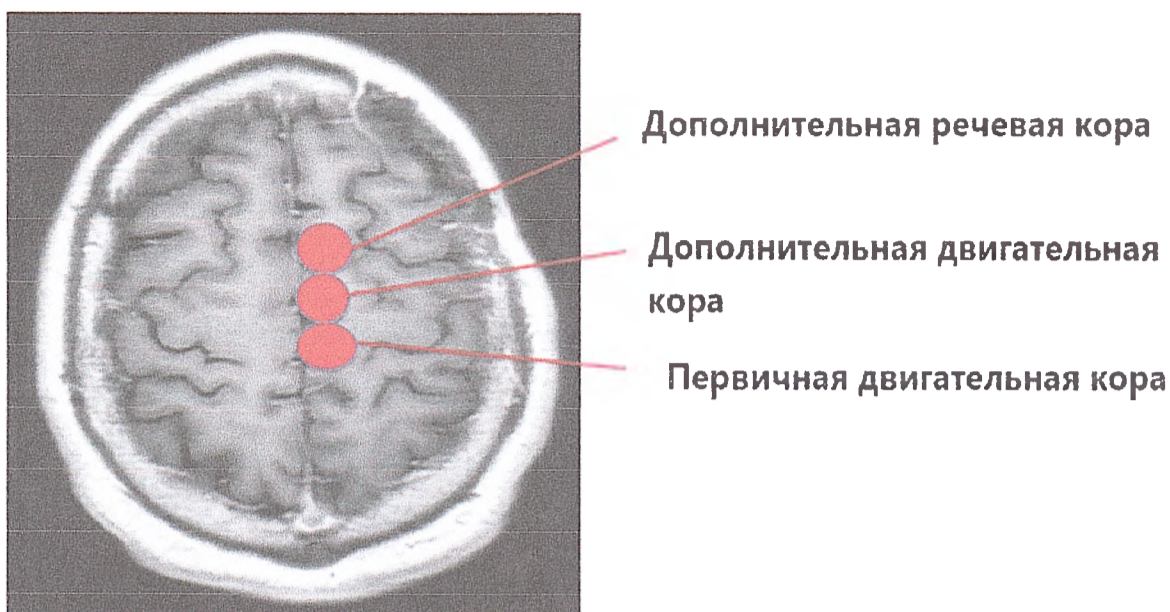


Рисунок 1 – Двигательные функционально значимые отделы коры головного мозга

2. Выполняют фМРТ пациентам, у которых новообразование расположено в проекции ФЗО коры ГМ. В зависимости от близости расположения новообразования к речевым, двигательным, чувствительным или зрительным отделам коры ГМ выбирают набор заданий (парадигм) (приложение А). В течение 24 часов до проведения фМРТ и непосредственно перед ним с пациентом проводят тренировку, во время которой он выполняет точные копии парадигм.

3. Выполняют ДТИ:

3.1. при расположении новообразования в проекции функционально значимых проводящих путей белого вещества ГМ.

3.2. пациентам, которым невозможно провести фМРТ.

4. Результаты структурной МРТ, фМРТ, ДТИ записывают на электронный носитель и загружают в навигационную станцию.



4.1. мануальным способом переносят результаты каждого изображения фМРТ на соответствующее изображения структурной МРТ и измеряют расстояние от ФЗО коры до патологического процесса. (рисунок 2).

4.2. выполняют построение ДТТ на основании данных ДТИ и оценивают расположение трактов относительно патологического процесса, измеряют расстояние от новообразования до функционально значимых трактов белого вещества ГМ, на основании проведенных измерений рассчитывают параметры стимуляции при проведении ИОНМ.

4.3. проводят построение ДТТ пациентам, которым невозможно провести фМРТ, для изучения расположения коры ГМ функционально связанной с проводящими путями (рисунок 3).

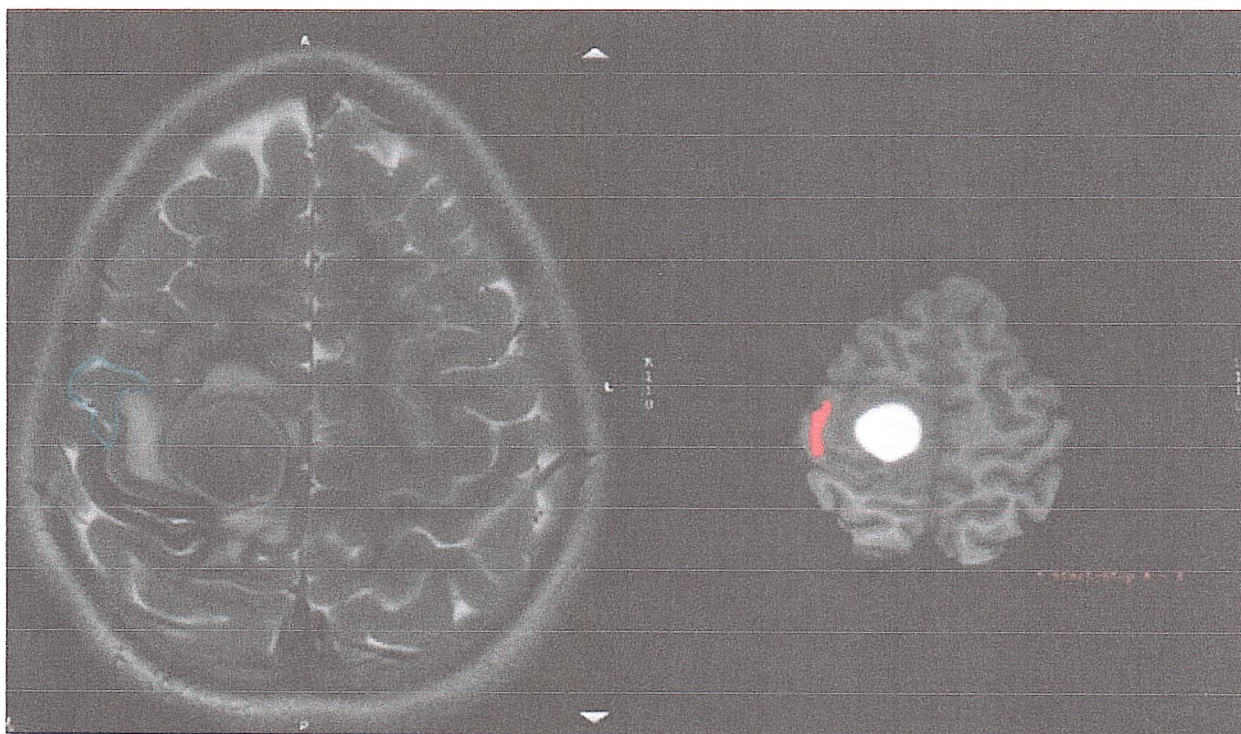


Рисунок 2 – Перенос результатов функциональной МРТ на соответствующее изображения структурной МРТ

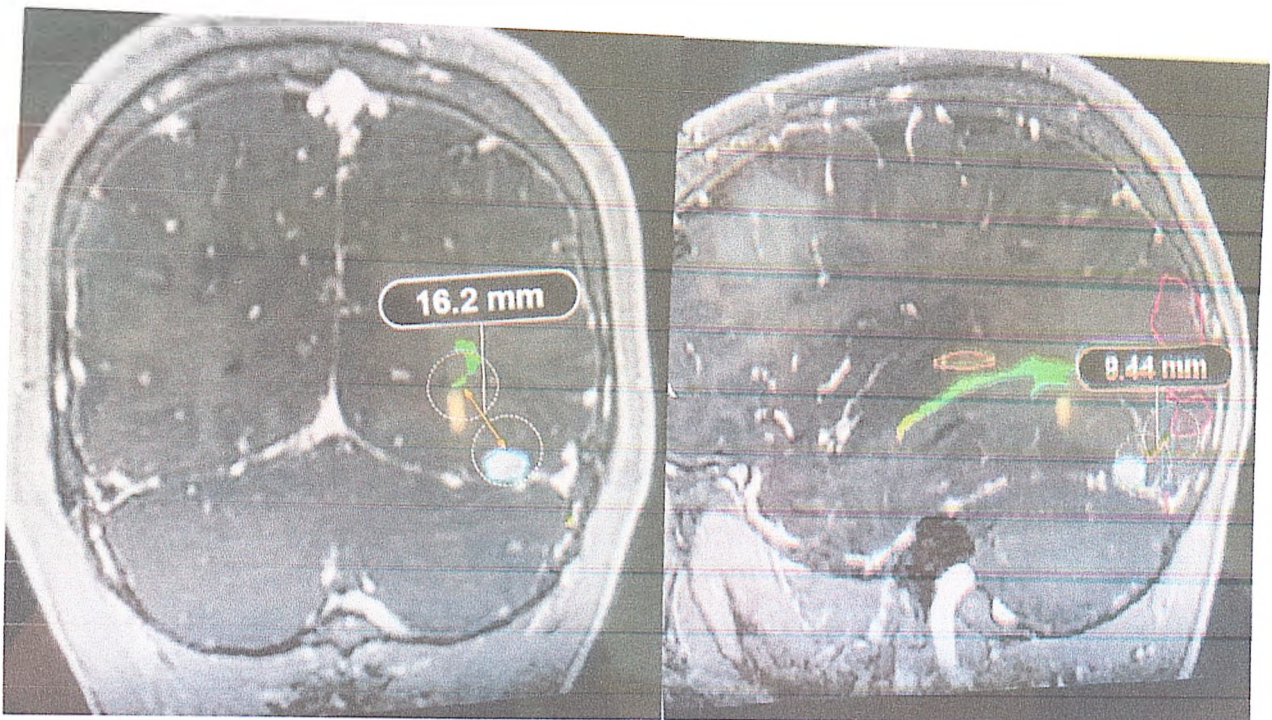


Рисунок 3 – Оценка расположения трактов относительно патологического процесса, измерение расстояние от новообразования до функционально значимых трактов

5. Выполняют операцию.

5.1. Общую анестезию проводят:

5.1.1. под тотальной внутривенной анестезией, по общепринятой методике, без миорелаксации, пациентам с новообразованиями, расположенными в двигательных ФЗО ГМ;

5.1.2.1. пациентам от 9 до 18 лет с новообразованиями, расположенными в речевых ФЗО ГМ по методике сон-пробуждение-сон;

5.1.2.2. пациентам от 0 до 8 лет с новообразованиями, расположенными в речевых ФЗО ГМ под тотальной внутривенной анестезией;

5.1.3. под тотальной внутривенной анестезией (допускается использование миорелаксантов) пациентам с новообразованиями, расположенными в зрительных ФЗО ГМ.



5.2. Голову пациента фиксируют в скобе Мейнфилда и выполняют регистрацию пациента в навигационной станции.

5.3. Используя данные предварительно выполненной МРТ (включая фМРТ и ДТТ), проводят разметку кожного разреза и трепанации в зависимости от локализации новообразования.

5.4.1. Пациенту с новообразованиями, расположенными в двигательных ФЗО ГМ устанавливают игольчатые электроды в мышцы лица, верхних и нижних конечностей: orbicularis oris/oculi, masseter, tongue, deltoideus, brachioradialis/flexor carpi ulnaris, abductor pollicis brevis/abductor digiti minimi, first dorsal interosseous, quadriceps femoris, tibialis anterior, abductor hallucis.

5.4.2. Пациентам с новообразованиями, расположенными в зрительных ФЗО ГМ на глаза устанавливают специальные очки со светодиодной вспышкой.

5.5. Разрез мягких тканей и костно-пластическая трепанация выполняют по общепринятой методике.

5.6. Пациентам с результатами фМРТ и ДТТ производят разметку ФЗО коры ГМ с помощью ватников и нитей шовного материала различного цвета.



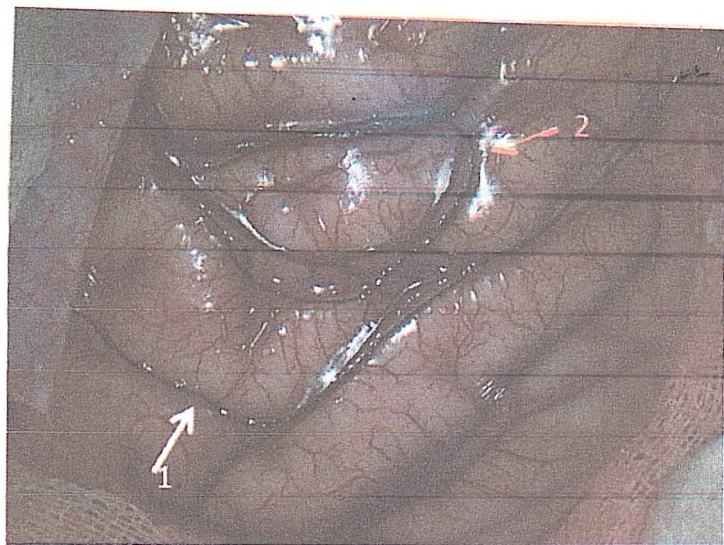


Рисунок 10 – Разметка ФЗО с помощью черных нитей: цифра 1 – указывает на нить, уложенную на sulcus centralis, цифра 2 – выделена область новообразования

6. Выполняют непосредственную (прямую) стимуляцию ГМ.

6.1. пациентам с новообразованиями, расположенными в двигательных ФЗО ГМ проводят:

6.1.1. картирование (стимуляцию) коры ГМ биполярным зондом по типу «вилка» с межэлектродным расстоянием 5 мм с силой тока 5-20 мА, пачками из 4-5 стимулов (длительность каждого стимула 500 мкс, межстимульный интервал 4 мс) с частотой 1 Гц; время проведения стимуляции одной «точки» 2-3 секунды;

6.1.2. картирование коры ГМ монополярным зондом с силой тока 5-20 мА, пачками из 4-5 стимулов (длительность каждого стимула 500 мкс, межстимульный интервал 4 мс) с частотой 1 Гц; время проведения стимуляции одной «точки» 2-3 секунды;

6.1.3. картирование проводящих путей ГМ монополярным зондом-аспиратором, сила тока 10-15 мА, при этом производится инверсия полярности стимуляции (катодом); при получении воспроизводимых вызванных моторных ответов силу тока снижают до

3-5 мА; время проведения стимуляции на протяжении всего периода удаления в проекции функционально значимых проводящих путей ГМ (длительная непрерывная стимуляция);

6.2. пациентам с новообразованиями, расположенными в речевых ФЗО ГМ проводят:

6.2.1. стимуляцию биполярным зондом по типу «вилка» с межэлектродным расстоянием 5 мм с силой тока 2-15 мА, частотой 50 Гц, длительность стимула 300-500 (максимум 1000) мкс.; длительность воздействия 2-4 секунды;

6.2.2. картирование проводящих путей ГМ монополярным зондом-аспиратором с силой тока 2-15 мА, частотой 50 Гц, длительность стимула 300-500 (максимум 1000) мкс.; длительность воздействия 2-4 секунды;

6.3. пациентам с новообразованиями, расположенными в зрительных ФЗО ГМ проводят:

6.3.1. картирование (стимуляция) зрительной коры пациентам, оперируемым с пробуждением, проводится биполярным зондом по типу «вилка» с межэлектродным расстоянием 5 мм с силой тока 2-10 мА, пачками из 4-5 стимулов (длительность каждого стимула 500 мкс, межстимульный интервал 4 мс) с частотой 1 Гц; время проведения стимуляции одной «точки» 2-3 секунды; при отсутствии зрительных феноменов производится пошаговое повышение силы тока на 1-2 мА.; при появлении простых зрительных феноменов регистрируется проекция первичной зрительной коры;

6.3.2. бинокулярная зрительная стимуляция специальными очками со светодиодной вспышкой, пациентам под тотальной внутривенной анестезией; параметры регистрации зрительного вызванного потенциала (ЗВП): длительность вспышки 50 мс, частота 2,1

Гц, усреднение 30-50 ответов, эпоха анализа 200 мс; фильтры: нижняя полоса пропускания 5-10 Гц, верхняя полоса пропускания – 100 Гц; регистрация кортикального ЗВП выполняется кортикальными электродами по типу «лента» 1x4 или «решетка» 2x4, расположенными над предполагаемой зоной первичной зрительной коры (референт Fz); регистрируют основные компоненты ЗВП: волны N75, P 100, N145.

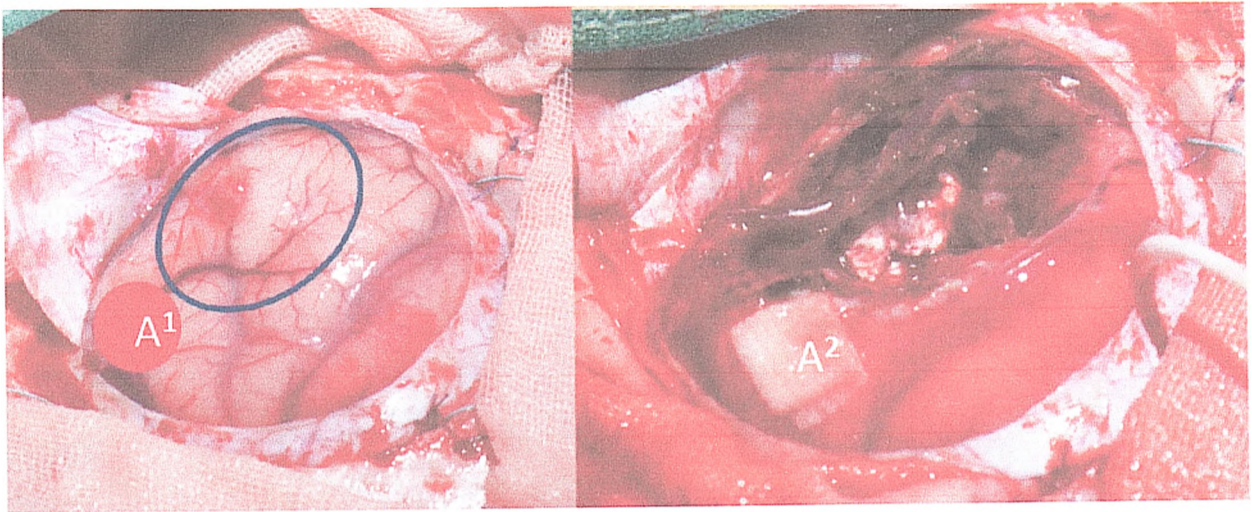


Рисунок 4 – Разметка ФЗО коры ГМ относительно патологического процесса (A<sup>1</sup> - зона Вернике установленная по результатам фМРТ; A<sup>2</sup> - зона остановки речи во время проведения ИОНМ)

6.4. картирование коры ГМ начинают с отделов, соответствующих зонам активации, зарегистрированных во время фМРТ или установленных по результатам построения ДТТ (рисунок 4);

6.5. отделы коры ГМ при стимуляции, которых получены функциональные ответы, выделяют ватниками и/или цветными нитями, для исключения их из зоны резекции в процессе операции (рисунок 5, 6).



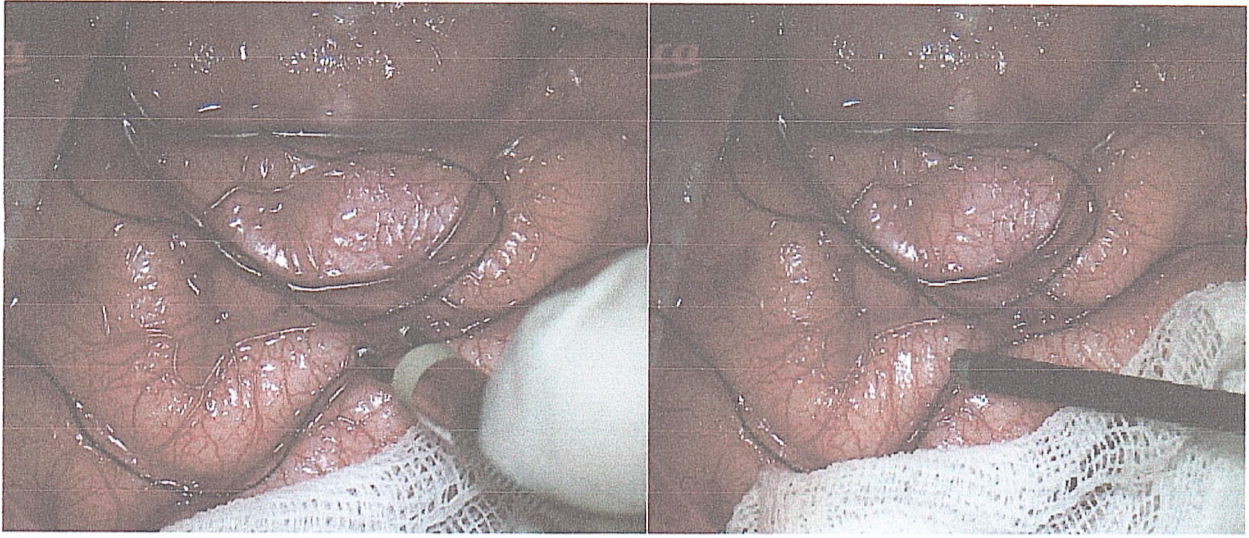


Рисунок 5 – Картирование коры ГМ моно- и биполярным электродом с определением ФЗО коры ГМ

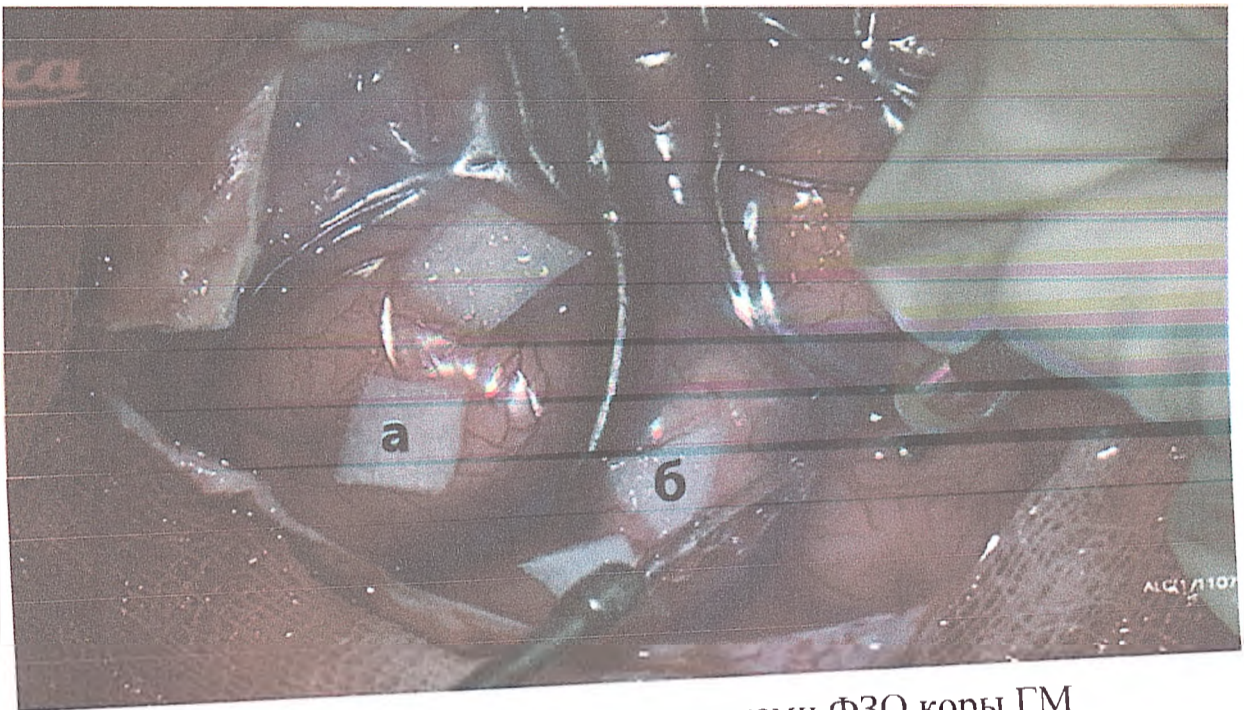


Рисунок 12 – Выделение ватниками ФЗО коры ГМ  
а) квадратные ватники – двигательная кора (лицо, кисть);  
б) треугольные – речевая



Задания (парадигмы) для проведения фМРТ

1. Парадигмы для активации двигательных отделов коры ГМ.

1.1. Активацию зоны руки проводят путем последовательного сжатия пальцев руки (последовательное соприкосновение большого пальца с остальными) или путем последовательного постукивания пальцами руки одновременно избегая движений рук или плеч.

1.2. Для активации зоны языка пациента просят проводить языком по задней поверхности зубов. Зубы при этом должны быть сомкнуты.

1.3. Для активации зоны лица используем поджатие и расслабление губ.

1.4. Для активации отделов соответствующих нижней конечности выполняют повторяющиеся сгибания и разгибания пальцев ног, без движения в голеностопном суставе или подошвенное сгибание и разгибание в нем.

Для оценки смещения прецентральной извилины (смещение её опухолью, отеком) пациента просят выполнять движения одновременно обеими конечностями.

У пациентов с парезами и др. двигательными нарушениями проводят пассивные сенсорные парадигмы. Во время исследования экзаменатор сжимает и разжимает кисть или стопу пациента.

2. Парадигмы для активации речевых отделов коры ГМ.

2.1. Задание на завершение предложения.

Пациенту демонстрируют краткое незавершённое предложение, которое он должен мысленно завершить (рисунок 7).

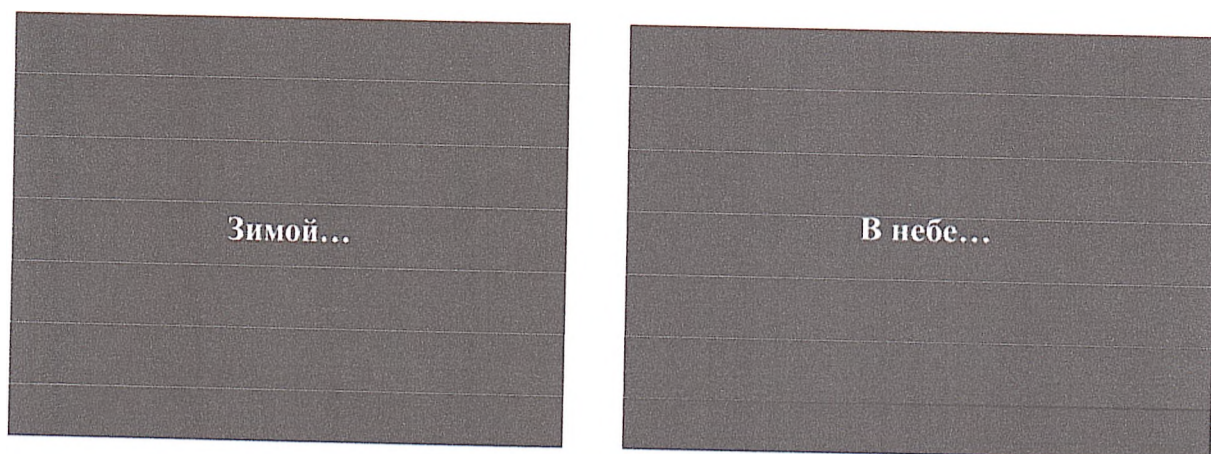


Рисунок 7 – Примеры заданий по незавершённым предложениям

## 2.2. Задание по тихой генерации слов.

Пациенту демонстрируют букву, на которую он должен мысленно сгенерировать как можно больше слов за отведенное время (рисунок 8).

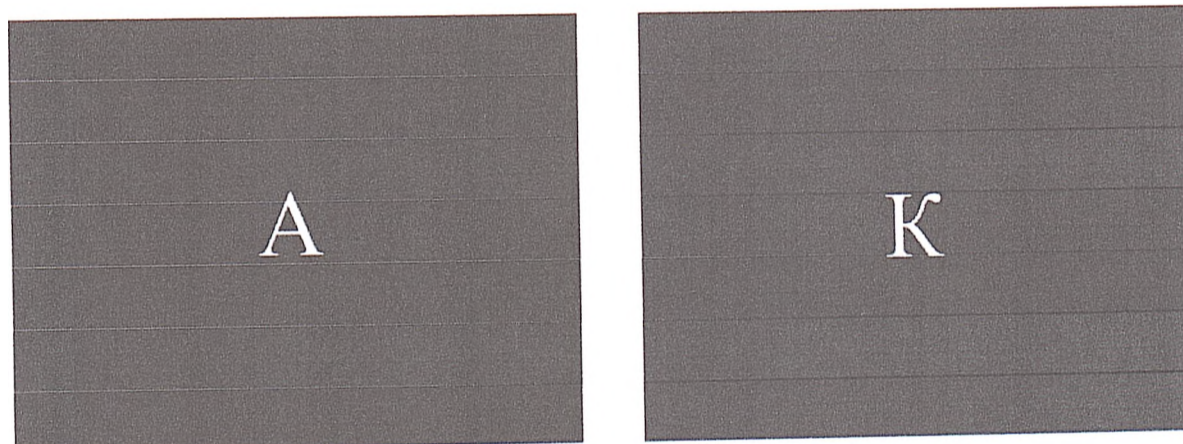


Рисунок 8 – Примеры заданий для мысленной генерации слов



### 2.3. Задание на рифму.

Пациенту демонстрируют слайды с парами зарифмованных\не зарифмованных слов. Пациент мысленно выбирает зарифмованную пару (рисунок 9).

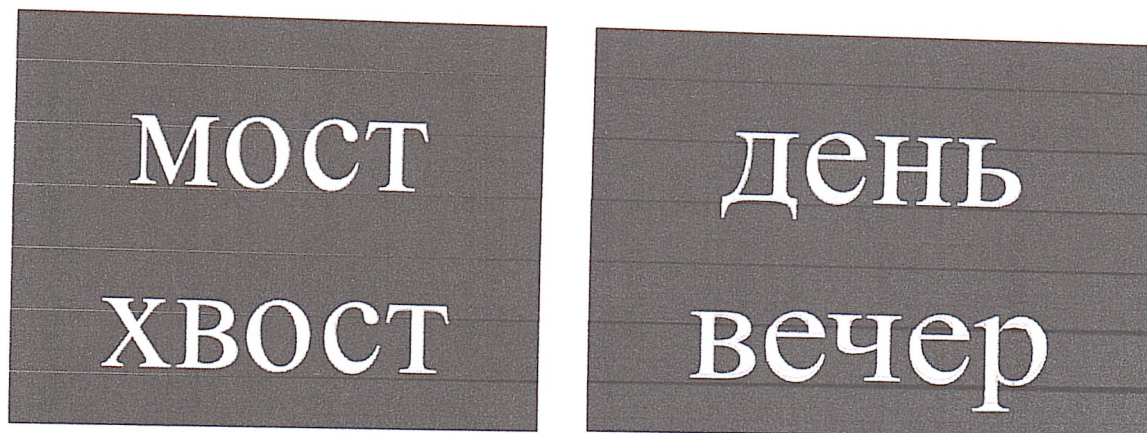


Рисунок 9 – Примеры заданий на рифму

### 2.4. Задание название предметов (объектов)

Пациенту демонстрируют слайды с изображением известных ему предметов, которые он мысленно называет (рисунок 10).

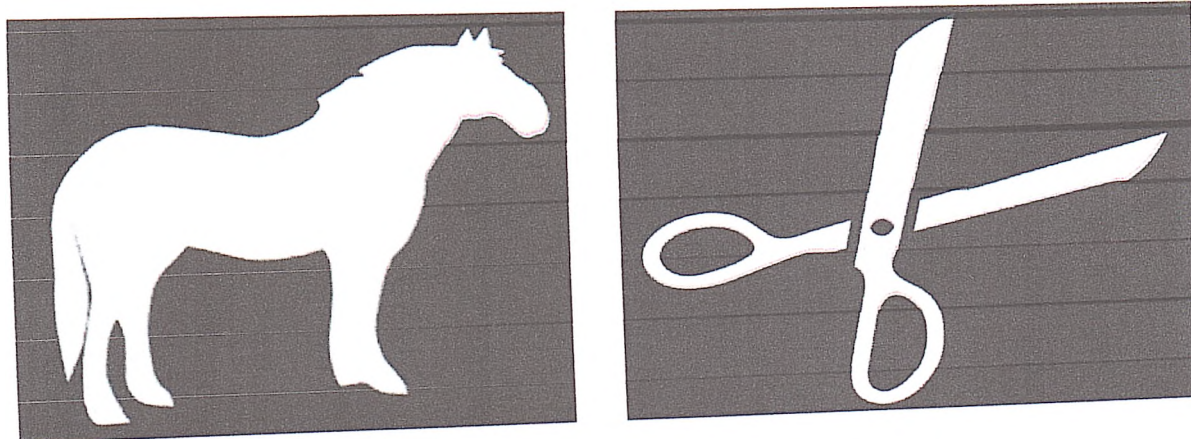


Рисунок 10 – Примеры заданий на название предметов (объектов)

### 2.5. Задание на генерацию антонимов.

Пациенту показывают слово и просят молча думать о слове, которое означает противоположное (рисунок 11).

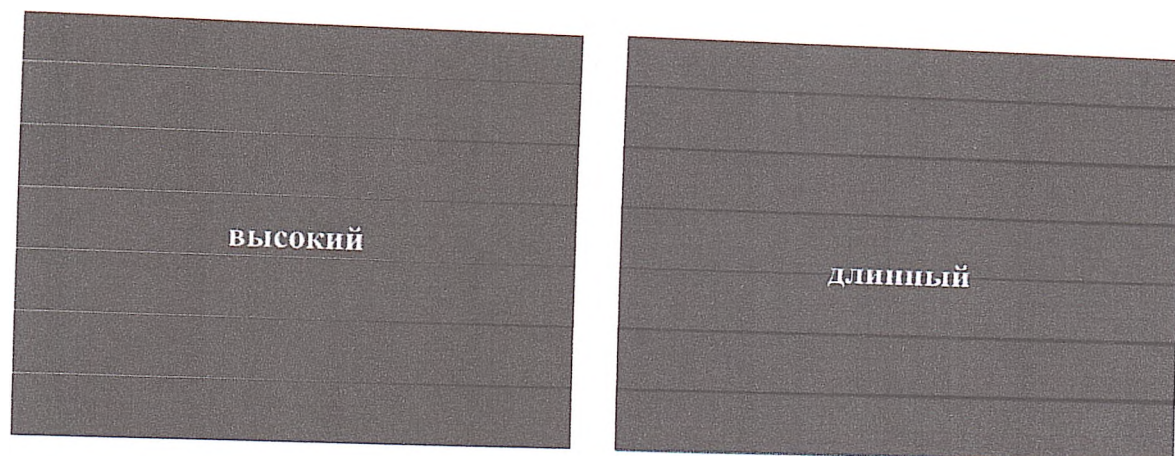


Рисунок 11 – Примеры заданий на генерацию антонимов

### 2.6. Задание пассивного прослушивания текста.

Пациент прослушивает рассказ, а затем дают его прослушать запись в обратном направлении («тарабарский» текст).

### 3. Парадигмы, активирующие зрительные отделы коры ГМ.

Пациенту показывают текст, который он читает или картинки, которые он просматривает.