

Секция «Психофизиология, когнитивные нейронауки и искусственный интеллект»

Пассивное интраоперационное картирование речи с использованием электрокортикографических сигналов

Научный руководитель – Осадчий Алексей Евгеньевич

Иванова М.Д.¹, Булгакова В.О.², Кондратова М.С.³, Воскобойников А.М.⁴

1 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Факультет социальных наук, Москва, Россия, *E-mail: Ivanova.marina.d@yandex.ru*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра физиологии человека и животных, Москва, Россия, *E-mail: hypnovee@gmail.com*; 3 - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Факультет гуманитарных наук, Москва, Россия, *E-mail: re4669@yandex.ru*; 4 - Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия, *E-mail: dblokv@gmail.com*

В случаях операционного вмешательства, предполагающего удаление некоторой области коры головного мозга, в частности, при удалении глиомы или эпилептического очага возникает проблема обеспечения сохранности ключевых функциональных зон мозга. Если область резекции затронет функциональные зоны мозга, способность пациента к моторной, речевой или иной деятельности может быть нарушена.

На данный момент в нейрохирургии используются ряд инвазивных и неинвазивных методов пред- и интраоперационного картирования мозга с целью точной локализации функциональных зон. Золотым стандартом является подход, предложенный в 1937 году У. Пенфилдом, на основе электростимуляции коры (ЭСК) головного мозга во время выполнения пациентом заданий, подразумевающих активизацию определенных функциональных зон коры [3]. За этот долгий период в нейрохирургии был накоплен значительный опыт применения этого метода, установлено функциональное значение доступных для него зон коры головного мозга, а также определены осложнения, возникающие при стимуляции различных участков [4]. При осуществлении речевого картирования методом ЭСК необходимо пробуждение пациента от наркоза во время операции. ЭСК представляет собой эффективный способ локализации функциональных зон, однако она нередко влечет неприятные осложнения, в частности, судорожные приступы, возникающие при стимуляции зоны Брока в 30% случаев. Данный показатель является излишне высоким для операционного блока: судороги меняют и замедляют ход операции и, как правило, приводят к необходимости повторного хирургического вмешательства [1].

Альтернативой методу активной стимуляции мозга является пассивное картирование - установление расположения функциональных зон при помощи записи и анализа электрокортикографических сигналов с электродной сетки, расположенной на поверхности коры головного мозга, в состоянии покоя и во время выполнения задания, специфичного для картируемой области. Для пассивного интраоперационного речевого картирования, как и для ЭСК, необходимо пробуждение пациента от наркоза. Одними из первых данный метод предложили А.Синаи и соавторы в 2005 году для картирования зоны Брока у пациентов с фармакорезистентной эпилепсией, которым имплантировали субдуральные электроды на несколько дней [4]. Впоследствии применение подобного метода для установления местонахождения речевых зон в ходе нейрохирургической операции было описано Н.Огавы в 2014 году [2]. Однако на сегодняшний день метод пассивного картирования, несмотря на значительно более высокую безопасность для пациента, в широкой нейрохирургической практике не применяется в силу недостаточной разработанности и ограниченной доступности. Кроме того, до сих пор остается открытым вопрос поиска оптимального алгоритма обработки сигналов с целью обнаружения специфической нейрональной активности.

Нами был разработан программно-аппаратный комплекс [1] для пассивного интраоперационного речевого картирования, который в сочетании с инновационным алгоритмом обработки данных позволяет надежно картировать зоны, обеспечивающие речевую функцию как у пациентов во время хирургического вмешательства, так и у пациентов с хронической имплантацией сетки электродов. Для картирования, как правило, используется 64 микроэлектродная сетка с расстоянием между электродами 3 мм. Помимо ЭКоГ сигналов записывается сигнал от микрофона, регистрирующий речь пациента, и сигнал, синхронизирующий предъявление изображения пациенту. Математический алгоритм обработки осуществляет ранжирование сигналов электродов по степени правдоподобия гипотезы о том, что регистрируемая активность функционально связана с выполняемой задачей названия визуально предъявляемых объектов. В ходе исследования пассивное интраоперационное речевое картирование было проведено у четырех пациентов и сопоставлено с результатами золотого стандарта, картирования на основе электрической стимуляции. Все попытки оказались успешными: в трех случаях зоны коры обнаруженные при помощи двух методов показали более чем 90% перекрытие, в четвертом случае оба метода не обнаружили речевой зоны в области расположения сетки и резекция не привела к дефициту речевой функции.

Источники и литература

- 1) 1. Синкин М.В., Осадчий А.Е. и др. Пассивное речевое картирование высокой точности во время операций по поводу глиом доминантного полушария // *Нейрохирургия*. 2019. Т. 21. № 3. С. 12 – 18.
- 2) 2. Ogawa H., Kamada K., Kapeller C. et al. Rapid and minimum invasive functional brain mapping by real-time visualization of high gamma activity during awake craniotomy // *World Neurosurgery*. 2014. № 2(5): 912. e1–10. DOI: 10.1016 / j.wneu.2014.08.00
- 3) Penfield W., Boldrey E. Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation // *Brain*. 1937. Vol.60(4):389–443. DOI: 10.1093/brain/60.4.389.
- 4) Sinai A., Bowers C. W., Crainiceanu C. M. et al. Electrographic high gamma activity versus electrical cortical stimulation mapping of naming // *Brain*. 2005. №.128(Pt 7):1556–1570.