

Исследовательская работа Влияние постороннего объекта на активацию сенсомоторных ритмов ЭЭГ

Выполнила:

Сафонова Анна Геннадьевна

Ученица 10 «П» класса

ГБОУ Школы №171

Научный руководитель:

Сыров Николай Владимирович

Сотрудник лаборатории нейрофизиологии и
нейрокомпьютерных интерфейсов, аспирант 4
курса биологического факультета МГУ имени М.

В.Ломоносова

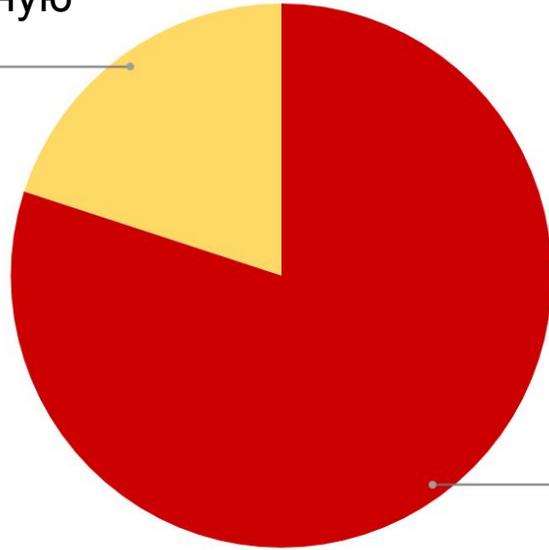
г. Москва, 2021



Актуальность работы

По статистическим данным, среди пациентов, перенесших инсульт:

восстановили двигательную
активность 20%



остаются инвалидами
80%

Инсульт — острое нарушение мозгового кровообращения, приводящее к стойкому очаговому поражению головного мозга.

Реабилитация пациентов через наблюдение движений

- A Franceschini M. et al. Clinical relevance of action observation in upper-limb stroke rehabilitation: a possible role in recovery of functional dexterity. A randomized clinical trial //Neurorehabilitation and neural repair. – 2012. – Т. 26. – №. 5. – С. 456-462.
- Eng K. et al. Interactive visuo-motor therapy system for stroke rehabilitation //Medical & biological engineering & computing. – 2007. – Т. 45. – №. 9. – С. 901-907.
- Grooms D., Appelbaum G., Onate J. Neuroplasticity following anterior cruciate ligament injury: a framework for visual-motor training approaches in rehabilitation //journal of orthopaedic & sports physical therapy. – 2015. – Т. 45. – №. 5. – С. 381-393.
- Carvalho D. et al. The mirror neuron system in post-stroke rehabilitation //International archives of medicine. – 2013. – Т. 6. – №. 1. – С. 1-7.

Цели и задачи

Цель:

- Выяснить может ли посторонний объект влиять на сенсомоторные ритмы ЭЭГ при наличии зрительного контекста движения

Задачи:

- Проанализировать литературу по теме исследования
 - Придумать регламент эксперимента
 - Провести экспериментальную серию
 - Провести обработку полученных данных
- 

Гипотеза

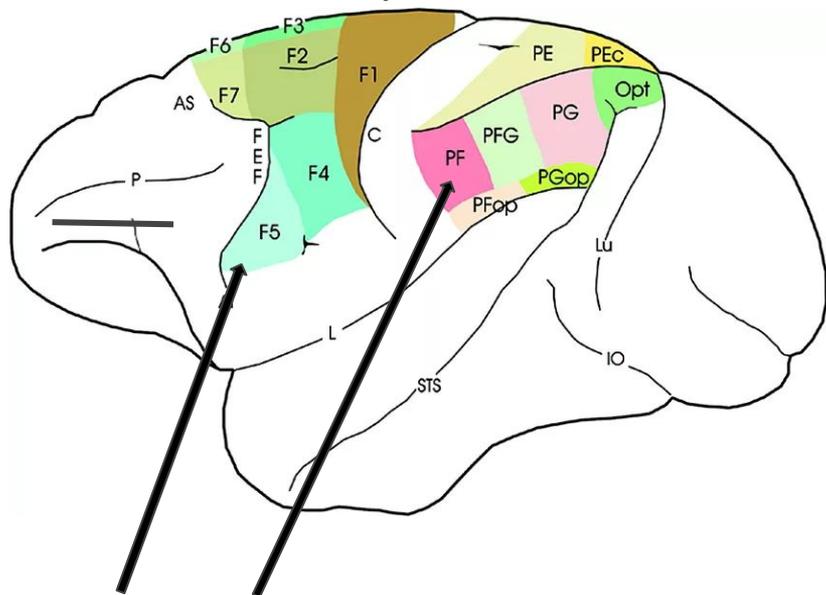
Система зеркальных нейронов чувствительна к наблюдаемому контенту и контексту движения (знание зрительного контекста движения приводит к десинхронизации альфа, бета и мю-ритма)

Получение информации о зрительном контексте движения повлияет на активацию зеркальных нейронов при наблюдении постороннего объекта без показа в кадре конечности человека.

Подтверждение данной гипотезы позволит создать разнообразный видеоконтент для пациентов, перенесших инсульт, при реабилитации.

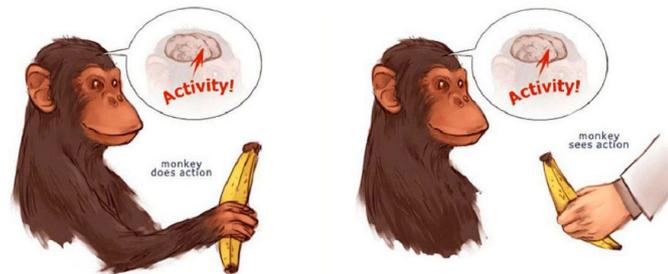
Литературный обзор

Впервые зеркальные нейроны были открыты и описаны в начале 1990-х годов ученым-нейрокогнитивистом Джакомо Ризцоллатти, Лучано Фадигой, Витторио Галлезе и Леонардо Фогасси.



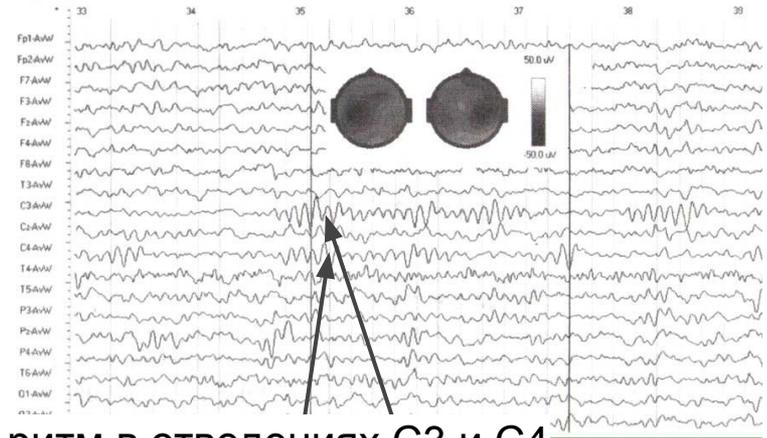
Зоны F5 и PF, в которых были обнаружены зеркальные нейроны у обезьян

Зеркальные нейроны(ЗН)-это нейроны головного мозга, которые возбуждаются как при выполнении определённого действия, так и при наблюдении за выполнением этого действия другим животным.



Электрэнцефалография и мю-ритм

При помощи метода электроэнцефалографии (ЭЭГ) можно зарегистрировать спонтанную электрическую активность мозга. Электрические колебания ритмов головного мозга выделяются и классифицируются по их частоте.



Мю-ритм в отведениях C3 и C4

Одним из вариантов альфа-ритма является мю-ритм (сенсомоторный ритм), который регистрируется над моторной и сенсомоторной областями коры в полосе частот 8-13 Гц и сопровождается состоянием физического расслабления. У человека происходит подавление мю-ритма, когда он выполняет движение, визуализирует выполнение движений, а также при тактильной стимуляции. Такое подавление называется десинхронизацией (уменьшение амплитуды).

Влияние контекста

- Знание функции предмета приводит к десинхронизации мю-ритма [1]
- Знания о массе предмета привели к увеличению десинхронизации мю-ритма при просмотре видео с манипуляциями с данными предметами. -Наблюдение действия, которое практикуется человеком, влияет [2] на десинхронизацию мю-ритма [3,4]
- Поднятие и удержание коробки различного веса повлияло на суждения о весе коробки, поднятой другим человеком[5]

[1]-Rüther N. N. et al. Observed manipulation of novel tools leads to mu rhythm suppression over sensory-motor cortices //Behavioural brain research. – 2014. – Т. 261. – С. 328-335.

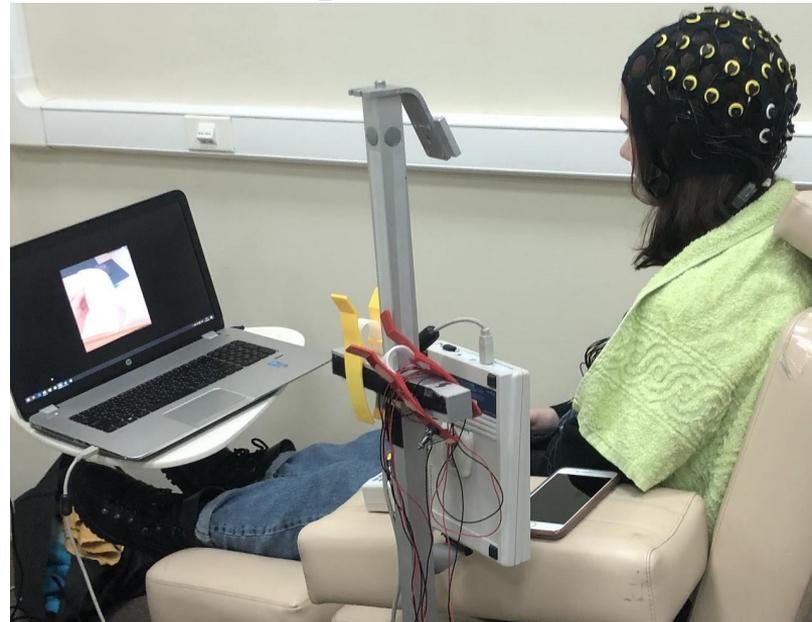
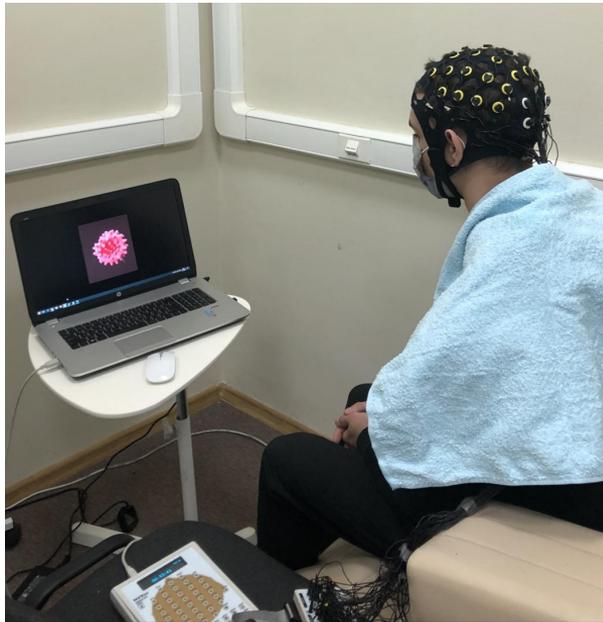
[2]-Quandt L. C., Marshall P. J. The effect of action experience on sensorimotor EEG rhythms during action observation //Neuropsychologia. – 2014. – Т. 56. – С. 401-408.

[3]-Orgs G. et al. Expertise in dance modulates alpha/beta event-related desynchronization during action observation //European Journal of Neuroscience. – 2008. – Т. 27. – №. 12. – С. 3380-3384.

[4]-Calvo-Merino, B. et al. (2005) Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. Cereb. Cortex 15, 1243–1249)

[5]-Hamilton A., Wolpert D., Frith U. Your own action influences how you perceive another person's action //Current biology. – 2004. – Т. 14. – №. 6. – С. 493-498.

Методы исследовательской работы



В своей работе мы использовали метод электроэнцефалографии (ЭЭГ). Эксперимент проводился в лаборатории нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов биологического факультета МГУ. В эксперименте приняло участие 10 испытуемых (16 лет, 8 девушек).

Проводимый эксперимент

Расположение серий видео в эксперименте и названия условий:

- 1) взаимодействие с разными предметами без показа в кадре кисти человека (До1 и До2).
- 2) взаимодействие с теми же предметами, но уже с непосредственным взаимодействием кисти человека с этими объектами (Движение 1).
- 3) серии видео без показа кисти экспериментатора (После 1).
- 4-5) Повторение условий 2-3. Видео в условиях “После” совпадали с показанными в условии “До”



В эксперименте испытуемым были показаны несколько серий видео, повторяющиеся 10 раз в произвольном порядке во время каждого условия.

Проводимый эксперимент

Формула расчёта десинхронизации:

$$ERD = -\log_{10}\left(\frac{PSD_{obs}}{PSD_{rest}}\right)$$

psd - плотность спектральной мощности

OBS - наблюдение видео с движением

REST- покой

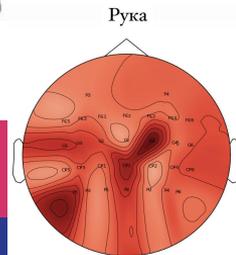
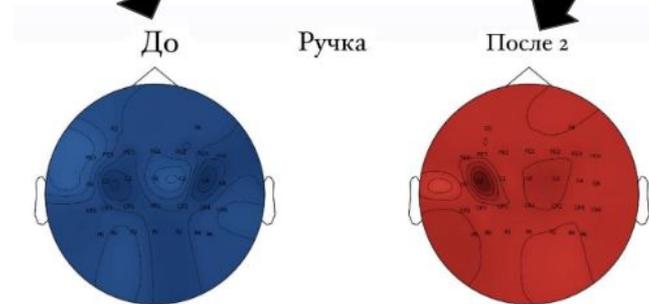
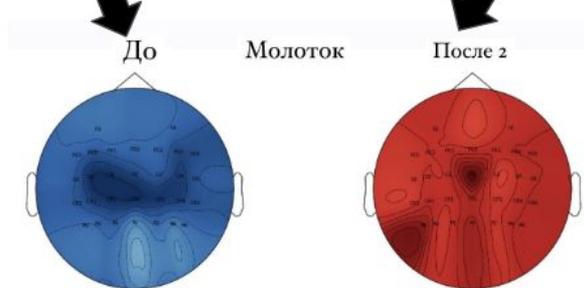
Публикации с применением метода ЭЭГ при изучении мю-ритма:

Muthukumaraswamy S. D., Johnson B. W., McNair N. A. Mu rhythm modulation during observation of an object-directed grasp //Cognitive brain research. – 2004. – Т. 19. – №. 2. – С. 195-201.

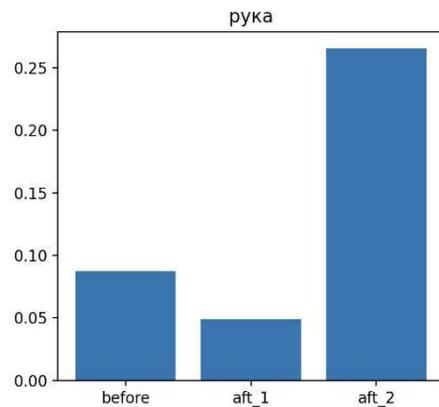
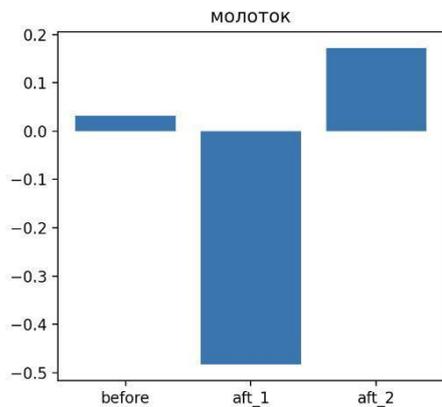
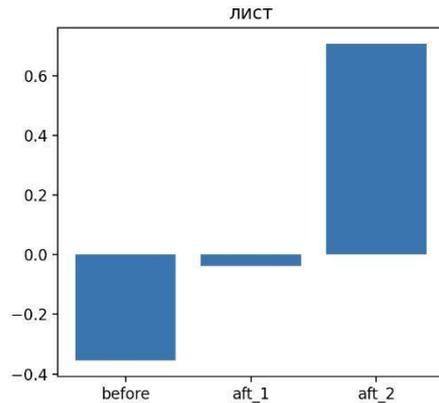
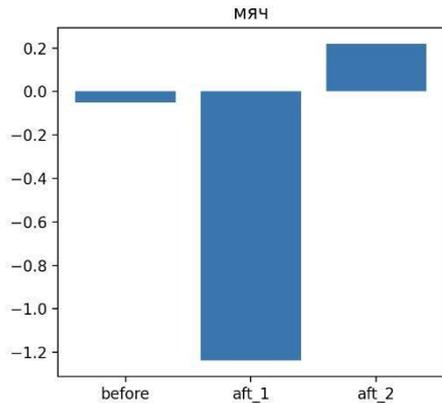
Pfurtscheller G. et al. Viewing moving objects in virtual reality can change the dynamics of sensorimotor EEG rhythms //Presence: Teleoperators and Virtual Environments. – 2007. – Т. 16. – №. 1. – С. 111-118.

Результаты и обсуждение

Анализ динамики десинхронизации сенсомоторной ЭЭГ-активности показал увеличение значения десинхронизации при наблюдении за движениями постороннего предмета после получения зрительного опыта, включающего наблюдения за манипуляциями кистей рук с этим предметом.



Тепловые карты распределения коэффициента десинхронизации. Красные оттенки означают десинхронизацию, а синие - синхронизацию.



Значения коэффициента десинхронизации, усредненные по группе ЭЭГ-отведений левого полушария.

Положительные значения указывают на десинхронизацию, отрицательные - синхронизацию.

Для всех типов видео при условии “После 2” характерна десинхронизация мю-ритма.

Выводы

- При условии “После 2” наблюдается десинхронизация мю-ритма в центральных каналах.
- Внесение зрительного контекста о движении постороннего объекта, а именно, о связи наблюдаемого движения с человеческой конечностью, приводит к изменениям активности сенсомоторных ритмов ЭЭГ, что может быть связано с появлением ассоциативной связи.
- Предварительно можно сказать, что полученные результаты будут полезны в будущем для создания оптимального разнообразного видеоконтента для эффективной реабилитации пациентов, обездвиженных после инсульта.

Перспектива работы

- Провести эксперимент с пациентами, перенесшими инсульт.
- Изучить при помощи метода транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС), как изменяется возбудимость первичной моторной коры при просмотре видео пациентами, перенесших инсульт. Если просмотренные видео будут стимулировать активность нейронов моторной коры, то в этом случае мы можем сделать вывод об эффективности данного видеоконтента.



Спасибо за внимание!

