

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 51-76

Применение многомерных методов математической статистики для выявления особенностей электроэнцефалографии

К.А. Мороз, А.С. Лещева, Мантоор Аммар

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Статья посвящена анализу электроэнцефалограмм пациентов с инсультом и в состоянии комы, их сравнению между собой, а также с данными здоровых испытуемых посредством метода многомерного шкалирования и кластерного анализа.

Ключевые слова: электроэнцефалография, инсульт, кома, кластерный анализ, метод многомерного шкалирования

Для цитирования. Мороз К.А., Лещева А.С., Мантоор Аммар. Применение многомерных методов математической статистики для выявления особенностей ЭЭГ. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):64–67.

Application of the Multivariate Statistical Methods to Identify the Features of Electroencephalography

Kaleria A. Moroz, Anastasia S. Lescheva, Mantoor Ammar

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Using the methods of multidimensional scaling and cluster analysis, the electroencephalograms of the patients with strokes and in the state of coma have been analysed in the article, and the comparison of such encephalograms with each other, as well as with the data obtained from the healthy participants of the experiment has been carried out.

Keywords: electroencephalography, stroke, coma, cluster analysis, multidimensional scaling

For citation. Moroz KA, Lescheva AS, Mantoor Ammar. Application of the Multivariate Statistical Methods to Identify the Features of Electroencephalography. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):64–67.

Введение. В основе статьи лежит анализ ЭЭГ-данных пациентов, перенесших инсульт (кровоизлияние в мозг), и находящихся в состоянии комы (характеризуемом отсутствием понимания и реакции на внешние раздражения), а также здоровых испытуемых, осуществленный с использованием методов кластерного анализа и многомерного шкалирования. Основная цель данного исследования заключается в проверке эффективности применения методов анализа ЭЭГ для классификации испытуемых на группы «больные» и «здоровые». Это может не только улучшить диагностику, но и способствовать разработке более эффективных методов реабилитации для пациентов с неврологическими нарушениями. В частности, особое внимание уделяется сравнению ЭЭГ-характеристик у испытуемых с инсультом и находящихся в состоянии комы, что позволит выявить специфические паттерны, присущие каждому из этих состояний.

Задачи работы включают сбор электроэнцефалограммы у испытуемых, перенесших инсульт и находящихся в состоянии комы, получение данных ЭЭГ в электронном формате, а также обработку этих выборочных данных в системе STATISTICA. Исследуются 16 ЭЭГ-отведений с использованием методов обработки биологических данных. Объектом исследования становятся графики, отражающие динамику расположения векторов в двумерном признаковом пространстве ЭЭГ-данных как здоровых испытуемых, так и пациентов с патологическими состояниями, соответствующими различным отведениям головного мозга. Электроэнцефалография является широко используемым электрофизиологическим методом для изучения центральной нервной системы человека и характеризуется разнообразием регистрируемых сигналов.

В ходе исследования функционального состояния головного мозга людей с патологиями и выявления скрытых аномальных процессов учитывается множество взаимосвязанных показателей, что затрудняет интерпретацию электроэнцефалограммы медицинскими работниками. В настоящее время, наряду с общими математическими методами обработки сигналов, вызванных биопотенциалами головного мозга, востребовано использование статистических методов анализа для систематизации и выявления различных состояний. При применении этих методов анализа становится возможным извлечение отфильтрованной информации из широкого диапазона данных.

Актуальность данного исследования заключается в повышении информативности электроэнцефалографического метода исследования через статистическую обработку ЭЭГ-данных и сравнительный анализ характеристик у испытуемых с вышеуказанными патологиями. В дальнейшем эти методы могут быть использованы как дополнительные инструменты в диагностике.

Методология исследования включает теоретический анализ, описание, классификацию, аналитический метод, статистический анализ, визуальный анализ и сравнительный анализ.

В основной части работы было осуществлено сравнение характеристик групп «Инсульт», «Кома» и «Норма» двумя способами: методом многомерного шкалирования и с помощью кластерного анализа.

Группа «Норма» включает в себя показатели, которые можно отнести к нормальной работе головного мозга без проявления каких-либо нарушений. Группа «Инсульт» представлена показателями, соответствующими перенесенному острому нарушению кровоснабжения головного мозга. Группа «Кома» характеризуется отсутствием понимания, значительным ослаблением или полным отсутствием реакции на внешние раздражения, угасанием рефлексов, нарушением глубины и частоты дыхания, изменением сосудистого тонуса, а также нарушениями температурной регуляции.

Метод многомерного шкалирования (МШ) представляет собой мощный статистический инструмент, позволяющий визуализировать сложные взаимосвязи между объектами на основе данных об их сходстве или различии. Вместо работы с исходными признаками, которые могут быть многочисленными и трудными для интерпретации, МШ сосредоточивается на матрице расстояний или матрице сходства между парами объектов. Эта матрица позволяет количественно оценить близость (или различия) между каждой парой объектов.

Суть метода заключается в отображении объектов в пространстве меньшей размерности (обычно в двумерном или трехмерном), стремясь сохранить структуру расстояний или сходств из исходного пространства. Таким образом, объекты, которые были близки друг к другу в исходном пространстве (имели высокое сходство), будут расположены близко и в низкоразмерном пространстве, а объекты, далекие друг от друга (с низким сходством), останутся на значительном расстоянии. Это позволяет получить наглядное представление о взаимосвязях между объектами, что нередко оказывается более информативным, чем анализ данных в многомерном пространстве.

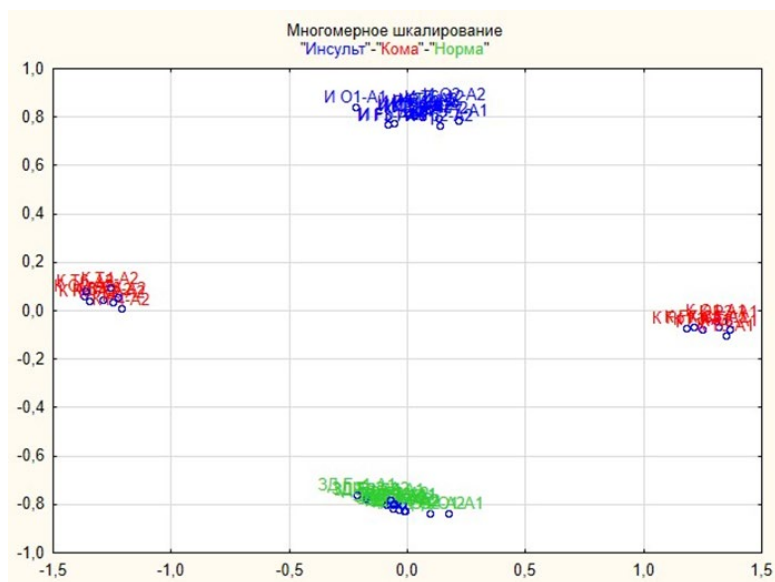


Рис. 1. Инсульт–Кома–Норма «общий график» (получено в программе Statistica)

Четкое распределение отведений по полушариям головного мозга пациента, находящегося в состоянии комы, значительно отличается от распределения точек в теоретическом пространстве метода многомерного шкалирования у пациента с инсультом, где наблюдается тесная связь хаотически распределённых точек, характеризующих различные состояния пациента. У пациентов в коме наблюдается отсутствие тесной локализации точек по отведениям левого и правого полушарий, и фиксируется абсолютное распределение точек в пространственной области на две зоны: отведения «правого полушария» и «левого полушария» [1].

– что касается сравнения характеристик у испытуемых с инсультом и в коме, проведенные исследования показали, что такое сравнение является нецелесообразным, поскольку на построенных графиках, созданных с помощью описанных методов, не наблюдается определенных отличий между этими патологиями.

Список литературы

1. Borg I, Groenen JF. *Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications*. Springer Series in Statistics; New York: Springer; 2005. 614 с. <https://doi.org/10.1007/0-387-28981-X>
2. Судаков С.А. *Кластерный анализ в психиатрии и клинической психологии*. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство»; 2010. 160 с.

Об авторах:

Калерия Александровна Мороз, кандидат технических наук, заведующий кафедрой приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), leramoroz@mail.ru

Анастасия Сергеевна Лещева, магистрант кафедры приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), nnnnlllllllll66@gmail.com

Мантоор Аммар Жамал Мантоор, магистрант кафедры приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), amar65633@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Kaleria A. Moroz, Cand.Sci.(Engineering), Head of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), leramoroz@mail.ru

Anastasia S. Lescheva, Master's Degree Student of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), nnnnlllllllll66@gmail.com

Mantoor Ammar Jamal Mantoor, Master's Degree Student of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), amar65633@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.