

# Анализ статистически значимых показателей для 4 типов поверхностной ЭМГ

Г. О. Бондаренко  
Saint-Petersburg electrotechnical  
university ETU «LETI»  
Saint-Petersburg  
[Olakola9@gmail.com](mailto:Olakola9@gmail.com)

**Аннотация**— Анализ статистически значимых показателей для 4 типов поверхностной электромиограммы (ЭМГ) является важной частью исследований в области нейрофизиологии. Данное исследование предполагает сравнение четырех типов ЭМГ с целью выявления статистически значимых различий между ними. Для этого могут быть использованы различные статистические критерии, такие как критерий Флигера, критерий Манна-Уитни и т.д. Результаты анализа могут помочь в лучшем понимании различий между типами ЭМГ и их возможном значении для диагностики и лечения различий и хирургического лечения различных неврологических заболеваний.

При проведении анализа статистически значимых показателей для 4 типов поверхностной ЭМГ следует учитывать различные факторы, которые могут влиять на результаты исследования. Это может быть связано с различием в составе выборки (например, разница в возрасте, поле, расе и т.д.), а также с различием в методах записи и обработки данных. Важно также учитывать возможные взаимодействия между различными факторами.

В результате анализа статистически значимых показателей для 4 типов поверхностной ЭМГ можно получить важную информацию о различиях между типами ЭМГ и их возможном значении для нейрофизиологических исследований и клинической практики. Однако, эти результаты необходимо интерпретировать с учетом всех вышеуказанных факторов и взаимодействий. В дальнейшем, полученные результаты могут быть использованы для разработки новых методов диагностики и лечения неврологических заболеваний.

**Ключевые слова**— ЭМГ, сигнал, статистические показатели, критерий статистической значимости, тип, различия.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Поверхностная электромиография (ЭМГ) относится к неинвазивным и безболезненным обследованиям. Она позволяет проанализировать биоэлектрическую активность мышц для исследования слабости, усталости и паралича. Кроме того, поверхностная ЭМГ используется для мониторинга лицевых нервов[1].

Метод основан на регистрации биоэлектрической активности мышц с помощью поверхностных электродов. Его простота и безболезненность позволяют достаточно быстро исследовать большое количество мышц.

Сигналы ЭМГ, регистрируемые с поверхности кожи, вблизи сокращающихся мышц, являются результатом сложения электрических потенциалов, вырабатываемых большим количеством двигательных единиц.

При исследовании поверхностной ЭМГ сначала исследуют в состоянии покоя, затем анализируют активность волевого движения.

Целью данной работы является поиск информативных статистических данных, позволяющих построить классификатор, который может адекватно и с минимальной ошибкой отнести входной ЭМГ сигнал к одному из 4 типов поверхностной ЭМГ[3].

### Тип I поверхностной ЭМГ

Показывает активность двигательного аппарата при его максимальном сокращении. Максимальная амплитуда этого сигнала может достигать 100-200 мВ. Пример ЭМГ первого типа показан на рисунке 1

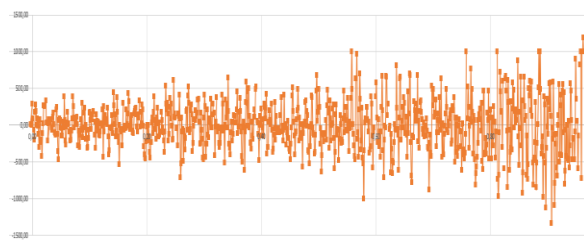


Рис. 1. Поверхностная ЭМГ I типа

### А. Поверхностная ЭМГ типа II

ЭМГ II типа показывает редкую ритмическую активность мышцы, находящейся в состоянии покоя. Частота этой активности может варьироваться от 6 до 20 Гц, максимальная амплитуда может достигать 50-150 мкВ. Пример второго типа ЭМГ показан на рисунке 2.

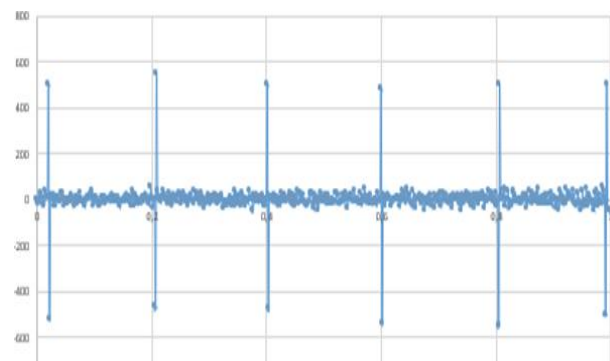


Рис. 2. Поверхностная ЭМГ II типа

### Б. Тип III поверхностной ЭМГ:

Подразделяется на 2 подтипа:

А) Усиление активности в состоянии покоя, показано на рисунке 3;

Б) Ритмические разряды при треморе, показаны на рисунке 4.

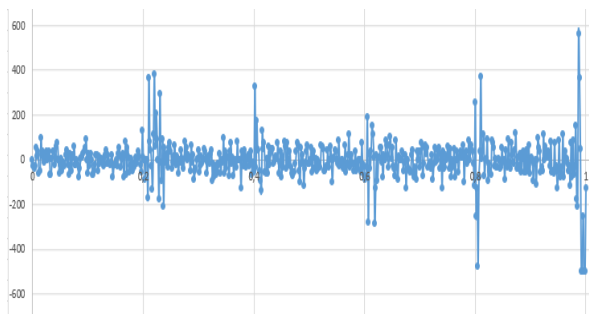


Рис. 3. Ритмические разряды при треморе

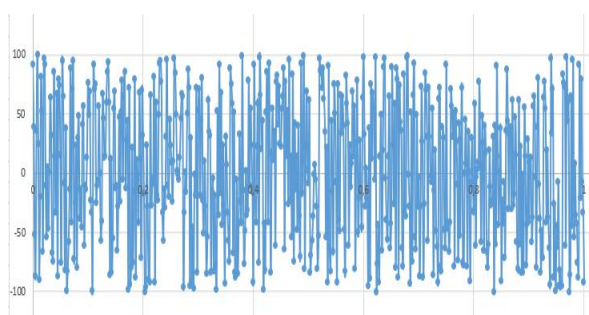


Рис. 4. Усиление активности в состоянии покоя, показано на рисунке 3

#### В. IV Тип поверхностной ЭМГ:

ЭМГ типа IV характеризуется полным молчанием мышцы, когда она пытается сократиться. Это приводит к появлению изолинии, показанной на рис. 5.

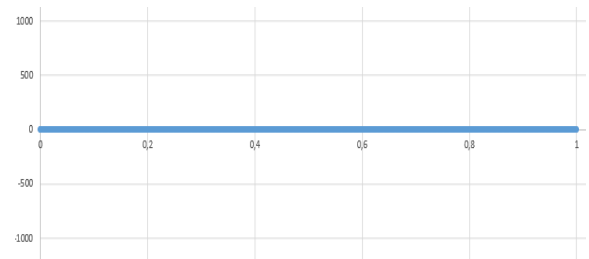


Рис. 5. IV Тип поверхностной ЭМГ

## 2. АНАЛИЗ ДАННЫХ

Поскольку первый тип электромиографии, как правило, относится к случайным сигналам, для его анализа требуется взять достаточно большой период времени и извлечь статистические средние значения. Однако это достаточно легко осуществить, так как исследование происходит при наблюдении за мышечной активностью, а при анализе достаточно взять весь период этой активности.

Возникновение высокочастотной активности в мышцах паретичных конечностей при выполнении. Появление высокочастотной активности в мышцах паретичной конечности при выполнении волевых движений на здоровой стороне при поражении центрального двигательного нейрона.

Для того чтобы подготовить сигналы к качественной классификации, необходимо сначала подготовить их и выделить особенности, которые будут наиболее отличаться от других типов сигналов

Для описания 4 типов поверхностных ЭМГ-данных выберем систему статистических показателей, которая покажет наиболее информативные признаки. Для этого воспользуемся программным пакетом MS EXCEL. Для каждой экспериментальной выборки необходимо взять модуль для дальнейшего удобства анализа данных.

Расчет статистических показателей сигнала представлен в таблице 1,

ТАБЛИЦА 1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИГНАЛА.

EMG type	mean	Standart deviation	median	Max
I	240,97	171,43	179,30	1338,42
II	12,61	19,52	3,00	550,00
III a)	51,51	37,74	34,63	562,89
III b)	48,54	25,18	48,00	100,00
IV	0,08	0,05	0,069	0,30

Размер выборки:

Для первого типа ЭМГ – 110 измерений;

Для второго типа ЭМГ – 70 измерений;

Для третьего типа ЭМГ – по 70 измерений;

Для четвертого типа ЭМГ – 40 измерений;

Критерий Флиггера (Флиггера-Дарлингга) - это статистический критерий, который используется для сравнения двух генеральных совокупностей по одному или нескольким признакам. Он позволяет определить, существует ли статистическая разница между двумя выборками, то есть, отличаются ли они статистически значимо.

Чтобы применить критерий Флиггера для сравнения четырех выборок, можно использовать аналогичный подход. Например, можно сравнить две пары выборок по отдельности, используя критерий Флиггера. Если разница между обеими парами статистически значима, то можно сделать вывод, что разница между четырьмя выборками также статистически значима.

Чтобы проверить статистическую значимость различий между двумя выборками по какому-либо признаку, например, по моде, среднему или другому статистическому показателю требуется:

Алгоритм расчета критерия Флиггера:

1) Собираем данные из двух выборок и считаем их статистические показатели, например, моду, среднее значение и т.д.

2) Вычисляем разницу между статистическими показателями двух выборок (difference).

3) Вычисляем дисперсию (variance) для каждой выборки.

4) Вычисляем стандартное отклонение (standard deviation) для каждой выборки, используя формулу:

$$\text{standard deviation} = \sqrt{\text{variance}}$$

5) Вычисляем стандартизованную разницу (standardized difference), используя следующую формулу:

$$\text{standardized difference} = \text{difference} / \sqrt{(s1^2 / n1) + (s2^2 / n2)}$$

где  $s_1$  и  $s_2$  - стандартное отклонение для первой и второй выборки соответственно,  $n_1$  и  $n_2$  - размер первой и второй выборки соответственно.

Определим для наших данных критерий Флиггера:

$$F_{\text{МД I-II}} = 1,86$$

$$F_{\text{МД III(a)-III(b)}} = 1,92$$

$$F_{\text{Ср I-II}} = 1,90$$

$$F_{\text{Ср III(a)-III(b)}} = 1,94$$

$$F_{\text{Max I-II}} = 1,89$$

$$F_{\text{Max III(a)-III(b)}} = 1,91$$

По результатам вычислений все критерии оказались статистически значимыми.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Если все статистические критерии, примененные для сравнения двух или нескольких выборок, оказались статистически значимы, то это может свидетельствовать

о том, что между выборками существуют статистически значимые различия.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Faul, M. Epidemiology of traumatic brain injury / M. Faul, V. Coronado // *Handb Clin Neurol.* – 2015. – Vol.127(3).–P. 13.
- [2] Luchesi, K.F. Dysphagia in Parkinson's disease: Prevalence, impact and management challenges / K.F. Luchesi, I.P. De Toledo, L.F. Mourao // *J. Otolaryngol ENT Res.* – 2017. – Vol.6(5). – P. 00176. doi: 10.15406/joentr.2017.06.00176
- [3] Jordan, B.D. The clinical spectrum of sport-related traumatic brain injury / B.D. Jordan // *Nat Rev Neurol.* – 2013. – Vol.9(222). – P. 30.
- [4] Bratton, S.L. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury / S. L. Bratton, R.M. Chestnut, J. Ghajar, F.F. Hammond, O.A. Harris, R. Hartl, et al. // VI. Indications for intracranial pressure monitoring. *J Neurotrauma.* – 2007. – Vol.24(1). – P. 37–44.
- [5] Werner, C. Pathophysiology of traumatic brain injury / C. Werner, K. Engelhard. // *Br J Anaesth.* – 2007. – Vol.99(4). – P. 9.
- [6] Zhang, Y. Glutamate-induced apoptosis in neuronal cells is mediated via caspase-dependent and independent mechanisms involving calpain and caspase-3 proteases as well as apoptosisinducing factor (AIF) and this process is inhibited by equine estrogens / Y. Zhang, B. R. Bhavnani // *BMC Neurosci.* – 2006. – Vol.7(49).