

УДК 617.761.2–073.788:577.352.5–053.5

## Особенности поверхностной электромиографии горизонтальных прямых мышц глаза у здоровых детей

И. М. Бойчук, д-р мед. наук, В. П. Мазур, аспирант

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины»; Одесса (Украина)

E-mail: iryna54@mail.ru

**Ключевые слова:** экстраокулярные мышцы, здоровые дети, электромиография

**Ключові слова:** екстраокулярні м'язи, здорові діти, електроміографія

**Вступ.** На сьогодні не існує жодного об'єктивного методу оцінки функціонального стану екстраокулярних м'язів, який можна було б вважати безумовно ефективним і зручним для широкого застосування в офтальмологічній практиці

**Мета** дослідження — визначити параметри поверхневої електроміографії горизонтальних прямих м'язів (ПМ) у здорових дітей за допомогою розробленого раніше способу.

**Матеріал і методи.** За запропонованою методикою проведена поверхнева електроміографія горизонтальних прямих м'язів (ПМГ) у 28 (56 очей) здорових дітей у віці ( $13,9 \pm SD2,4$ ) років. Визначалися основні параметри ПМГ: частота сумарної електричної активності м'язів, максимальна і середня амплітуда сигналу.

**Результати.** Встановлено, що середні величини параметрів біопотенціалів (частота, амплітуда) ПМГ внутрішнього і зовнішнього м'язів у здорових дітей суттєво не відрізняються. Для зовнішнього м'язу велика частота біопотенціалів ПМГ відповідає більшій амплітуді сигналу, для внутрішнього м'язу — велика частота ПМГ відповідає меншій амплітуді сигналу. Розподіл на групи параметрів біопотенціалів внутрішнього і зовнішнього м'язів у здорових дітей з меншою ( $40-60$  Гц) і більшою частотою (більше  $100$  Гц) може відображати наявність груп м'язових волокон в горизонтальних м'язах, які іннервуються по різному.

## Peculiarities of the superficial electromyography of horizontal straight muscles in healthy children

Boyчук I. M., Mazur V. P.

State Institution The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the NAMS of Ukraine; Odessa, (Ukraine)

**Key words:** extraocular muscles, healthy children, electromyography

**Introduction.** Today there is no objective method of the extraocular muscles functional state assessing, which could be considered a certainly effective and convenient for wide use in ophthalmic practice.

The **aim** of this study was to determine the parameters of surface electromyography of horizontal muscles (SEMG) in healthy children using the previously developed method.

**Material and methods.** With earlier proposed method of SEMG the surface electromyography of rectus muscles was conducted in 28 (56 eyes) healthy children aged ( $13,9 \pm SD2,4$ ) y.o. The main parameters of the rectus muscles SEMG were defined: total electrical activity frequency, maximum and average signal amplitude.

**Results.** It is established that the average values of SEMG parameters of action potentials (frequency, amplitude) of the rectus muscles in healthy children do not differ significantly. High frequency of action potentials of SEMG has the larger amplitude signal for lateral muscle, and for medial rectus high frequency SEMG has low amplitude signal. The distribution of the potential parameters of the SEMG on the groups with lower ( $40-60$  Hz) and higher frequency ( $>100$  Hz) may reflect the presence of single and multi-innervated groups of muscle fibers in the extraocular muscles in healthy children.

**Введение.** Одним из тяжелых функциональных и косметических дефектов органа зрения, являющимся внешним проявлением глубокой сенсорной и моторной аномалии, можно назвать косоглазие. Глазодвигательные нарушения, согласно данным литературы, встречаются у 0,5–7,1 % детей [1].

Сложность подхода к лечению косоглазия заключается в проблеме дифференциальной диагностики разных видов косоглазия, поскольку изменение угла девиации может быть изучено в разное время, на разных расстояниях. Механизмы, отвечающие за эти нарушения, включают разный уровень поражения фузии и взаимодействия аккомодации и конвергенции.

Несмотря на многочисленность методов исследования состояния глазодвигательных мышц, диагностика их поражений вызывает большие трудности. На сегодня не существует ни одного объективного метода оценки функционального состояния экстраокулярных мышц, который можно было бы считать безусловно эффективным и удобным для широкого применения в офтальмологической практике.

Одним из методов, который способен регистрировать спонтанные колебания электрических потенциалов мышечных и нервных волокон, а следовательно, может быть применен для оценки функционального состояния экстраокулярных мышц, является электромиография (ЭМГ). Игольчатая ЭМГ наиболее достоверна, но имеет основной недостаток — инвазивность, что резко ограничивает ее использование у пациентов детского возраста [3].

Посылом к разработке неинвазивного метода поверхностной электромиографии (ПЭМГ) наружных горизонтальных мышц глаза для оценки их функционального состояния послужили данные литературы [6], свидетельствующие о том, что вызванные потенциалы от поверхностных электродов, наложенных на глазное яблоко в месте прикрепления глазодвигательных мышц, происходят из ответов мышц. Современные многоканальные электромиографы позволяют регистрировать биоэлектрическую активность скелетных мышц, однако они не имеют специальных электродов для регистрации биоэлектрической активности глазных мышц. Поэтому, учитывая размеры наружных прямых мышц глаза и расстояние их прикрепления от лимба у детей, были нами модифицированы два серебряно-платиновых электрода диаметром 5 мм с расстоянием между ними 6 мм и предложена методика проведения поверхностной чресконъюнктивальной электромиографии (ПЭМГ) [2].

**Целью** данного исследования было определить параметры поверхностной электромиографии горизонтальных прямых мышц у здоровых детей с помощью разработанного ранее способа.

## Материал и методы

По предложенной методике поверхностная электромиография горизонтальных прямых мышц (ПЭМГ) проведена у 28 (56 глаз) здоровых детей в возрасте ( $13,9 \pm SD2,4$ ) лет.

Согласно методике, после закапывания 05 % р-ра Алкаина активный электрод располагался над брюшком прямой мышцы при максимальном отведении глаз в противоположную сторону от места прикрепления исследуемой мышцы, а пассивный — над лимбом. Исследование проводилось в следующей последовательности: наружная прямая мышца, внутренняя прямая мышца правого глаза, при максимальном отведении глаз влево и вправо, затем наружная прямая и внутренняя прямая мышца левого глаза при максимальном отведении вправо и влево. Измерения параметров ЭМГ проводились трехкратно для каждой мышцы. После завершения исследования проводится инстилляцией дезинфицирующих капель в оба глаза. Обработка данных проводится в автоматическом режиме.

Определялись основные параметры поверхностной ЭМГ: частота суммарной электрической активности мышц; максимальная и средняя амплитуда сигнала.

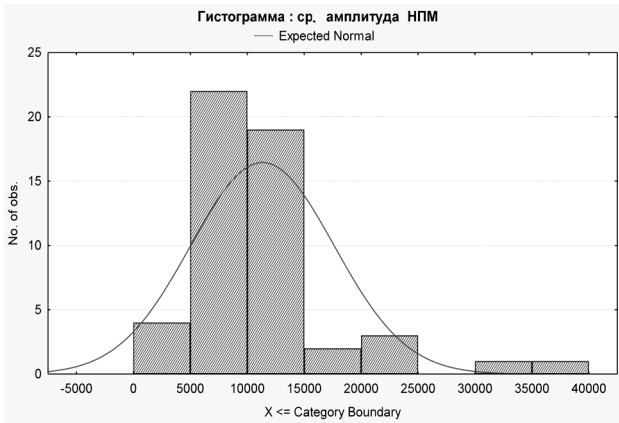
## Результаты и их обсуждение

Данные о состоянии средней амплитуды биопотенциала наружной и внутренней прямой мышц представлены на гистограммах (рис. 1, 2).

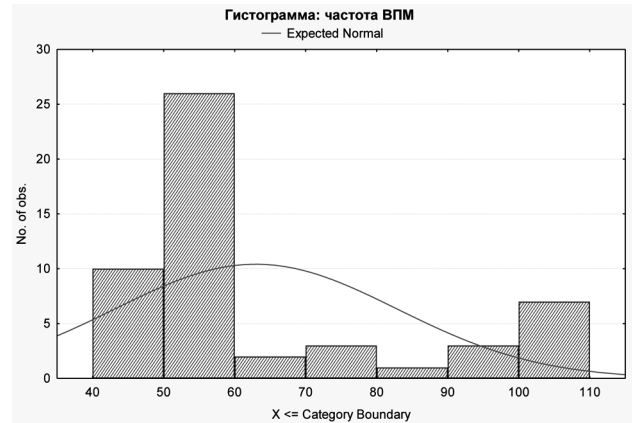
Средние величины амплитуды биопотенциалов составили: для наружной прямой мышцы у здоровых детей ( $1132,8 \pm 630,7$ ) мкВ, а внутренней прямой — ( $1474,3 \pm 965,8$ ) мкВ и между собой существенно не отличались,  $p > 0,05$ . Характер распределения амплитудных величин биопотенциалов наружной и внутренней прямых мышц также существенно не отличался, наибольшее количество случаев с амплитудой 1000–2000 мкВ отмечены как при исследовании наружной (43) — 75 %, так и внутренней прямой мышцы (39) — 82 % (Рис. 3, 4).

Анализ распределения частотных характеристик биопотенциалов НПП у здоровых детей выявил среднюю величину, которая составила ( $63,7 \pm 21,1$ ) Гц. В преобладающем числе случаев биопотенциалы НПП имели частоту 40–60 Гц — в 67,3 % (35 глаз) случаев. Частота биопотенциалов равная и  $> 100$  Гц была у 21,1 % (11 глаз) детей. В среднем величина частот биопотенциалов внутренней прямой мышцы существенно не отличалась от показателей наружной прямой мышцы и составила ( $63,0 \pm 19,9$ ) Гц,  $p > 0,05$ .

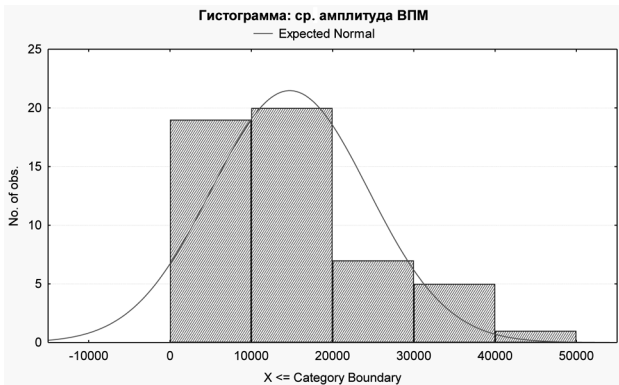
Частота 40–60 Гц была у 69,2 % (36 глаз), а 100 Гц и больше у 19,1 % (10 глаз) здоровых детей.



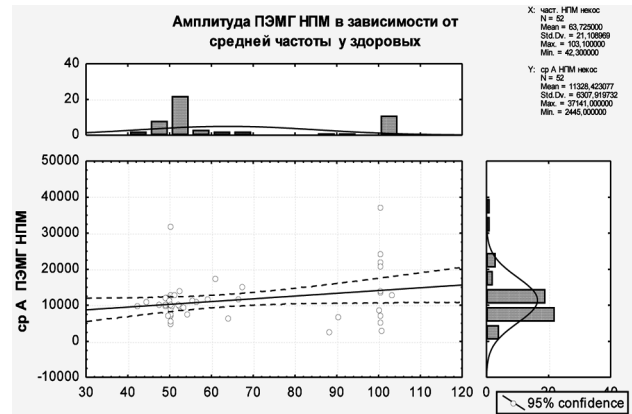
**Рис. 1.** Гистограмма распределения средней величины амплитуды биопотенциалов наружной прямой мышцы у здоровых детей



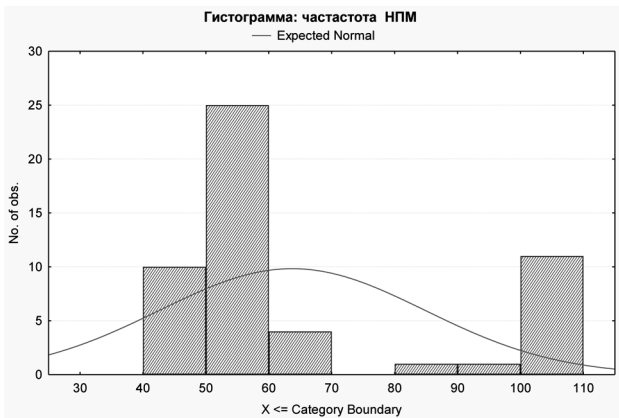
**Рис. 4.** Гистограмма распределения частоты биопотенциалов внутренней прямой мышцы



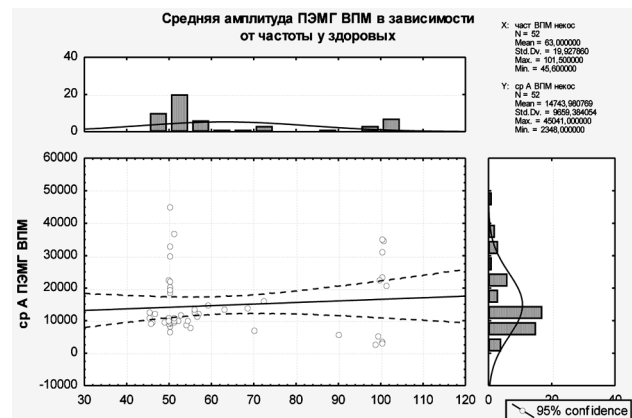
**Рис. 2.** Гистограмма распределения средней величины амплитуды биопотенциалов внутренней прямой мышцы у здоровых детей



**Рис. 5.** Зависимость параметров амплитуды от частоты биопотенциалов ПЭМГ наружной прямой мышцы



**Рис. 3.** Гистограмма распределения частоты биопотенциалов наружной прямой мышцы



**Рис. 6.** Зависимость параметров амплитуды от частоты биопотенциалов ПЭМГ внутренней прямой мышцы

Результаты анализа средних величин параметров ПЭМГ внутренней и наружной прямых у здоровых детей существенно не отличаются. Зависимость параметров амплитуды от частоты биопотенциалов

ПЭМГ наружной и внутренней прямых мышц отражена на рис. 5 и 6.

Из представленных на графиках данных видно, что для наружной прямой мышцы (НПМ) большая

частота биопотенциалов соответствует бóльшей амплитуде сигнала (рис. 5), а для биопотенциалов внутренней прямой мышцы характерна бóльшая амплитуда при меньшей частоте сигнала (рис. 6). Отмечено распределение амплитудно-частотных характеристик для каждой мышцы на две группы — с бóльшей и меньшей частотой.

Данные экспериментальных исследований на животных, а также гистологические исследования мышц человека показали, что характер сократительной способности отдельных мышечных групп волокон (быстро и медленно сокращающихся) зависит от их строения и иннервации (одно- и мультииннервируемые) [3, 5]. Можно предположить, что полученное распределение амплитудно-частотных характеристик биопотенциалов на группы свидетельствует в пользу наличия этих групп мышечных волокон в наружной и внутренней прямой мышцах у здоровых детей.

### Литература

1. **Аветисов Э. С.** / Руководство по детской офтальмологии. Ковалевский Е. И., Хватова А. В. — М.: Медицина, 1987. — 185с
2. **Мазур В. П., Бойчук И. М.** Новый метод поверхностной электромиографии прямых мышц глаза у детей // Офтальмол. журн. — 2014. — № 3. — С. 15–18.
3. Adler's Physiology of the Eye. — Mosby Year Book, 1991. — S. 641–707.
4. **Breinin, G. M., Moidaver J.** Electromyography of human extra ocular muscles // Arch. Opht. — 1955. — Vol.54. — P. 206.

### References

1. **Avetisov ES, Khvatova AV.** Guidelines for Pediatric Ophthalmology. M.: Meditsyna; 1987. 185 p.
2. **Mazur VP, Boichuk IM.** A new method of surface electromyography of direct eye muscles in children. Ophthalmol Zh. 2014;3:15–8. Russian.
3. Adler's Physiology of the Eye. Mosby Year Book, 1991. 641–707.
4. **Breinin GM, Moidaver J.** Electromyography of human extra ocular muscles. Arch. Opht. 1955;54:206.

### Выводы

1. Установлено, что средние величины параметров биопотенциалов (частота, амплитуда) ПЭМГ внутренней и наружной прямой мышцы у здоровых детей существенно не отличаются.

2. Для наружной прямой мышцы бóльшая частота биопотенциалов ПЭМГ соответствует бóльшей амплитуде сигнала, а при ПЭМГ внутренней прямой бóльшая амплитуда встречается при меньшей частоте сигнала.

3. Распределение параметров биопотенциалов НПМ и ВПМ на группы с меньшей (40–60 Гц) и бóльшей частотой (более 100 Гц) может отражать наличие одно- и мультииннервируемых групп мышечных волокон в наружной и внутренней прямой мышцах у здоровых детей.

4. Полученные параметры поверхностной электромиографии у здоровых детей могут служить нормативными и использоваться для сравнения в дальнейших исследованиях.

5. **Lennerstrand G.** What can eye muscle studies tell us about strabismus? // Transactions 28th Meeting ESA. — Bergen, Norway, 2003. — P. 65–75.
6. **Sasaki T., Suzuki K., Matsumoto M.** et al. Origins of surface potentials evoked by electrical stimulation of oculomotor nerves: are they related to electrooculographic or electromyographic events // J Neurosurgery. — 2002. — Oct; 97 (4) — P. 941–944.

*Поступила 24.10.2014*

5. **Lennerstrand G.** What can eye muscle studies tell us about strabismus? Transactions 28th Meeting ESA. Bergen, Norway; 2003. 65–75.
6. **Sasaki T, Suzuki K, Matsumoto M** et al. Origins of surface potentials evoked by electrical stimulation of oculomotor nerves: are they related to electrooculographic or electromyographic events. J Neurosurgery. 2002; Oct; 97(4):941–4.

*Received 24.10.2014*