

проведение терапевтического лекарственного мониторинга антиэпилептических препаратов является важным элементом в лечении пациентов с эпилепсией в период беременности.

Выводы. У пациентов с эпилепсией, получающих терапию препаратами вальпроевой кислоты и карбамазепином наблюдается выраженная межиндивидуальная фармакокинетическая вариабельность между получаемой дозой и уровнем препаратов в сыворотке крови, что обусловлено такими индивидуальными особенностями, как возраст и сопутствующая соматическая патология. Использование терапевтического лекарственного мониторинга у пациентов с различными формами эпилепсии позволяет установить возможные причины недостаточной эффективности проводимого лечения антиэпилептическими препаратами, существенно откорректировать их получаемую дозу и более чем в половине случаев достичь положительного эффекта.

Литература:

1. Базилевич, С.Н. Эпилептический статус: реальность 2019 / С.Н. Базилевич [и др.] // Известия Рос. Воен.-мед. акад. – 2019. – Т.38, №3. – С. 26–32.
2. Одинак, М.М. Рациональная терапия антиэпилептическими препаратами / М.М. Одинак [и др.] // Медицинский совет – 2010. – №3-4. – С. 54–60.
3. Сокова, Е.А. Эффективность и безопасность противоэпилептических лекарственных средств у беременных: фармакогенетические аспекты / Е.А. Сокова [и др.] // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения – 2018. – Т.8, №2. – С. 72–76.
4. Battino, D. Serum carbamazepine concentrations in elderly patients: a case-matched pharmacokinetic evaluation based on therapeutic drug monitoring data / D. Battino [et al] // *Epilepsia* – 2003. – №44(7). – P. 923–929.
5. Ha, C. Levetiracetam Therapeutic Drug Monitoring in a Large Cohort of Korean Epileptic Patients / С. Ha [et al] // *Pharmaceuticals* – 2021. – №14, 826.
6. Landmar, C.J. Therapeutic drug monitoring of antiepileptic drugs: current status and future prospects / C.J. Landmar [et al] // *Expert Opin Drug Metab Toxicol* – 2020. – №16(3). – P. 227–238.
7. Methaneethorn, J. A systematic review of population pharmacokinetics of valproic acid / J. Methaneethorn // *Br J Clin Pharmacol* – 2018. – №84(5). – P. 816–834.
8. Smith, R.L. Impact of age, gender and CYP2C9/2C19 genotypes on dose-adjusted steady-state serum concentrations of valproic acid—a large-scale study based on naturalistic therapeutic drug monitoring data / R. L. Smith [et al] // *Eur J Clin Pharmacol* – 2016. – №72(9). – P. 1099–104.
9. Wang, Y. Influence of age and co-medication on the concentration and efficacy of valproic acid in Chinese epilepsy children / Y. Wang [et al] // *Pak. J. Pharm. Sci.* – 2020. – №33(2). – P. 537–542.
10. Крюков, Е.В. Ультранизкодозированная менопаузальная гормонотерапия с дигидрогестероном: роль в профилактике развития и прогрессирования атеросклероза / Е.В. Крюков [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 23. №1. С. 9-14. doi: 10.17816/brmma63562

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ХРОНАКСИИ МЫШЦ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ЦЕЛЯХ ПРОФОТБОРА

Ведерников А.В., Авдюшенко С.А.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме: Эффективность деятельности военнослужащего – залог победы на поле боя. Важнейшим направлением военной доктрины развития ВС РФ является совершенствование мероприятий комплектования воинских подразделений. Опыт ведения боевых действий в современных войнах и военных конфликтах показывает, что какой бы технически оснащенной ни была армия, решающей силой в достижении победы остается солдат. Определение степени пригодности военнослужащего в настоящее время осуществляется при проведении мероприятий профессионального отбора. Эффективность военнослужащего в первую очередь определяется функциями нервной и мышечной систем. Процессы возбудимости являются ведущими в функционировании нервных и мышечных клеток. Количественная оценка физиологических свойств возбудимых систем - параметры реобазы и хронаксии. Измерение реобазы и хронаксии применяется для оценки функционального состояния нервной системы и скелетных мышц. Удалось показать, что возбудимость всех живых образований характеризуется однотипной гиперболической кривой силы — длительности. Различие заключается лишь в абсолютных величинах реобазы и хронаксии. Регистрация индивидуальных абсолютных величин реобазы и хронаксии позволило дифференцировать военнослужащих по возбудимости нервной системы и мышц в зависимости от временных параметров раздражителя.

Ключевые слова: профессиональный отбор, хронаксия, реобаза, физиологические функции, организм, военный специалист.

STUDY AND EVALUATION OF THE CHRONAXY MUSCLES FOR THE DIFFERENTIATION OF MILITARY SPECIALISTS FOR THE PURPOSE OF OCCUPATIONAL SELECTION**Vedernikov A.V., Avdushenko S.A.**

Military medical academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Resume: The effectiveness of the military personnel is the key to victory on the battlefield. The most important direction of the military doctrine of the development of the Armed Forces of the Russian Federation is the improvement of measures for recruiting military units. The experience of conducting combat operations in modern wars and military conflicts shows that no matter how technically equipped an army is, the soldier remains the decisive force in achieving victory. Determining the degree of suitability of a serviceman is currently carried out during professional selection events. The performance of a soldier is primarily determined by the functions of the nervous and muscular systems. Excitability processes are leading in the functioning of nerve and muscle cells. Quantitative assessment of physiological properties of excitable systems - rheobase and chronaxy parameters. The measurement of rheobase and chronaxy is used to assess the functional state of the nervous system and skeletal muscles. It was possible to show that the excitability of all living formations is characterized by the same type of hyperbolic force-duration curve. The difference lies only in the absolute values of rheobase and chronaxy. Registration of individual absolute values of rheobase and chronaxia made it possible to differentiate servicemen by the excitability of the nervous system and muscles, depending on the temporal parameters of the stimulus.

Keywords: professional selection, chronaxy, rheobase, physiological functions, organism, military specialist.

Актуальность темы. Эффективная деятельность военнослужащего на поле боя, является важнейшим фактором, обеспечивающим достижение победы над врагом. Важнейшим направлением военной доктрины развития ВС РФ является совершенствование мероприятий комплектования воинских подразделений. Опыт ведения боевых действий в современных войнах и военных конфликтах показывает, что какой бы технически оснащенной ни была армия, решающей силой в достижении победы остается солдат. Определение степени пригодности военнослужащего в настоящее время осуществляется при проведении мероприятий профессионального отбора.

Результативность военнослужащего в первую очередь определяется функциями нервной и мышечной систем. Процессы возбудимости являются ведущими в функционировании нервных и мышечных клеток. Количественная оценка физиологических свойств возбудимых систем организма человека в практике производится опосредованно по характеристикам раздражителя.

Параметры реобазы и хронаксия характеризуют возбудимость. Минимальная величина силы раздражителя, вызывающая возбуждение, называется абсолютным порогом силы или реобазой (от греч. rheos - течение, поток и basis - ход, движение; основание). В целом реобазы сама по себе является важным параметром, отражая электровозбудимость мышц и нервов при неограниченной величине импульса тока и широко используется в физиологических исследованиях для оценки электровозбудимости мышц, нервов и мозговых структур [1].

Но для характеристики возбудимости тканей важно учитывать не только пороговую силу раздражителя, но и время действия раздражителя на ткань. Существует определенная зависимость между временем действия раздражителя и его силой. Эта зависимость для электрического тока в графическом выражении (гипербола) получила название кривой «сила-длительность». По имени ее авторов – кривая Гоорвейга-Вейса-Лапика (1892, 1901, 1909). Она была изучена при исследовании различных нервов и мышц Гоорвегом (1892), Вейсом (1901) и Лапиком (1909) [2].

Усиление тока приводит к укорочению минимального времени раздражения, но не беспредельно. При очень коротких стимулах кривая силы — времени становится параллельной оси ординат. Это означает, что при таких кратковременных раздражениях возбуждения не возникает, как бы ни была велика сила раздражителя. Поэтому, кроме полезного времени, в качестве времени константы раздражения Лапик ввел понятие «хронаксия». Хронаксия – это время, требуемое для возбуждения мышечной либо нервной ткани постоянным электрическим током удвоенной пороговой силы (реобазы) (наименьшее время, в течение которого постоянный электрический ток силой в 2 раза большей порогового может вызвать реакцию). Чем больше хронаксия, тем меньше возбудимость (и наоборот). Увеличение хронаксии свидетельствует о снижении возбудимости нерва или мышцы, либо об их повреждении. Хронаксиметрия – это методика измерения хронаксии для исследования возбудимости живых тканей с учетом не только силы раздражителя, но и фактора времени — длительности действия раздражителя.

В настоящее время электродиагностика и хронаксиметрия являются одной из многих диагностических возможностей современной электрографической аппаратуры, являясь в то же время самостоятельным методом на соответствующей аппаратной базе.

Измерение реобазы и хронаксии применяется для оценки функционального состояния нервной системы и скелетных мышц [3]. Удалось показать, что возбудимость всех живых образований характеризуется однотипной гиперболической кривой силы — длительности. Различие заключается лишь в абсолютных величинах реобазы и хронаксии.

Были установлены общебиологические закономерности эволюция хронаксии в филогенезе и онтогенезе. Так, при переходе от медленно сокращающихся гладких мышц к быстро сокращающимся поперечнополосатым хронаксия укорачивается в тысячу раз. Большая величина хронаксии мышц эмбриона укорачивается в раннем постнатальном периоде и достигает самых коротких величин у взрослых. Французский невропатолог Бургиньон в 1915 г. создал клиническую хронаксиметрию.

Учение о хронаксии выдвинуло понятие изохронизма. Распространение возбуждения с одной ткани на другую (например, с нерва на мышцу) обусловлено изохронизмом, т. е. способностью этих тканей развивать возбуждение с одинаковой скоростью. Об этом свидетельствуют одинаковые или близкие хронаксии нерва и мышцы. Изохронизмом отдельных звеньев рефлекторной дуги объясняется и возможность прохождения возбуждения по сложным рефлекторным путям. Если по какой-либо причине хронаксия одного звена будет заметно отличаться от хронаксии другого, то возникнет гетерохронизм, препятствующий передаче возбуждения. Ряд исследователей выдвинул идею о динамическом изохронизме, который не предсуществует, а создается в процессе физиологической деятельности. В современных условиях актуализируется вопросы профессиональной надежности военнослужащих [5, 6, 7, 8].

Цель исследования: выявить индивидуальную зависимость возбудимости мышц от силы и длительности порогового раздражителя у военных специалистов, и разработать таблицы дифференцирования для использования в мероприятиях профессионального отбора.

Материалы и методы. Обследовано 30 военнослужащих в возрасте 18-23 лет. Для исследования возбудимости от силы и длительности порогового электростимула использовался прибор «Магنون-29Д».

Оценка порогов раздражения в двигательной точке мышцы сгибателя большого пальца руки у человека:

Индифферентный электрод, представляющий собой металлическую пластинку, с помощью жгута закрепляли на плече испытуемого, предварительно протерев кожу спиртом и подложив под электрод смоченный в физиологическом растворе бинт.

Активный электрод покрывали небольшим кусочком ваты, и увлажняли физиологическим раствором. Включив прибор подключали электроды к клеммам так, чтобы активный электрод был соединен с катодом. В процессе исследования активный электрод используется для нанесения изолированных раздражений на поверхность тела в так называемой двигательной точке.

Для определения реобазы выберите режим «постоянный ток» и устанавливали переключатель постоянного тока на «0». Постепенно увеличивая силу тока, раздражали выбранную точку одиночными стимулами, пока испытуемый не ощутит пощипывание или сокращение мышц. В этот момент наращивание напряжения прекращали, снимали поисковый электрод, записывали показания с табло. Данное значение напряжения является реобазой. Потом снова устанавливали напряжение на «0» и повторяют процедуру. Данные могут немного различаться. Берется среднее значение из 2-3 измерений в одной точке.

Для определения хронаксии переключали режим «Одиночные импульсы». При этом сила раздражающего тока автоматически удваивалась. Постепенно увеличивали длительность импульса, раздражая одну и ту же двигательную точку, до тех пор, пока не наступало сокращение. Минимальная длительность прямоугольного импульса тока, силой в две реобазы, которая вызывало сокращение, является хронаксией (измеряется в миллисекундах).

Порядок выполнения исследования изложен также в учебно-методическом пособии для лабораторных занятий [4].

Результаты. Результаты исследования реобазы и хронаксии у военнослужащих представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные статистические параметры вариационного ряда значений реобазы и хронаксии у военнослужащих в ответ на электростимуляцию

Статистические параметры	Среднее арифметическое значение	Стандартная ошибка	Медиана	Стандартное отклонение переменной	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Минимальное значение переменной	Максимальное значение переменной
Хронаксия, мс	62,77	6,65	59,5	36,4	1325,01	-0,84	0,46	10	125

Установлено, что среднее арифметическое значение хронаксии составляет 62,77 мс. Минимальное значение – 10 мс. Максимальное значение - 125 мс. Размах вариационного ряда – 115 мс.

Распределение показателей - значение количества ошибочных действий следует признать близким к нормальному, т. к. имеет место примерное равенство средних значений (среднего арифметического и медианы), примерная симметричность минимальных и максимальных значений относительно среднего значения, коэффициенты асимметрии и эксцесса не превышают 2 по абсолютной величине (величина эксцесса (-0,83), асимметрии (0,46)).

В целях дифференцирования военнослужащих в зависимости от значений хронаксии по результатам исследования были разработаны оценочные шкалы.

Для определения положения испытуемого в выборке разработана шкала процентильных диапазонов данного показателя. Разработанная таблица позволяет классифицировать военнослужащих в зависимости от величин хронаксии. Процентильные величины показателя «Хронаксия» представлены в таблице 2.

Таблица 2. Процентильные величины показателя «Хронаксия»

Процентили	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	97
Значение, мс	14,35	15	19,5	29,4	41,7	45,2	59,2	67,6	74	90,8	122,3	125	125

С помощью разработанной таблицы можно определять место испытуемого среди всей совокупности военнослужащих, дифференцировать обследуемых по группам.

Дополнительно для оценки точности длин отрезков был разработан стеновый вариант, как инструмент для дифференцирования испытуемых по значению «Хронаксия», регистрируемого при выполнении методики «Определения хронаксии и реобазы мышц сгибателей большого пальца руки у человека» для военнослужащих.

Стеновые величины показателя «Хронаксия» представлены в таблице 3.

Таблица 3. Стеновые величины показателя «Хронаксия»

Стены	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<2,28	2,28-6,67	6,68-15,86	15,87-30,84	30,85-49,99	50,01-69,14	69,15-84,12	84,13-93,31	93,32-97,71	>97,72
Значение, мс		14,06-15	15-25	25-41,94	41,95-59,5	59,5-71,5	71,54-114,34	114,37-125	125-125	

С помощью разработанной стеновой шкалы можно оценить обследуемого в зависимости от выраженности профессионально важной функции с помощью 10-стеновой шкалы.

Выводы. Таким образом, используя метод хронаксиметрии, можно получить информацию о возбудимости мышц обследуемого. Показатель «Хронаксия», регистрируемый при выполнении методики «Определения хронаксии и реобазы мышц сгибателей большого пальца руки у человека» является инструментом для дифференцировки кандидатов на воинские специальности в зависимости от степени возбудимости мышц (зависимости между временем действия раздражителя и его силой). Представленные табличные данные свидетельствуют о возможности определять место обследуемого (номер зоны) среди всей совокупности кандидатов в зависимости от значения первичного показателя с одной из подгрупп при использовании процентильной шкалы и осуществлять оценку выраженности профессионально важной функции с помощью 10-стеновой шкалы.

Литература:

1. Алекперов, И.М. Нормальная физиология (Учебно-методическое пособие для лабораторных занятий) / И.М. Алекперов, Е.В. Антоненкова, В.В. Бекусова. - СПб.: ВМА, 2009. - 237 с.
2. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика. / В.О. Самойлов. - СПб.: Спецлит, 2007. - 345 с.
3. Самойлов, В.О. Курс лекций по физиологии для студентов высших учебных заведений, обучающихся по физико-техническим направлениям: в 2 т. / В.О. Самойлов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб: ИнформМед, 2016 - Т.1: Физиология возбудимых тканей, нервной системы, высшей нервной деятельности, анализаторов и эндокринной системы: учебное пособие для вузов. - 415 с.
4. Lapique, L. Definition experimentale de l'excitability / L. Lapique // Comptes rendus des séances de biologia et de ses Filiales. 1909. Vol. 67. PP 280-283.
5. Крюков, Е.В. Изменения перекисного гомеостаза у военнослужащих в процессе адаптации к службе и климатогеографическим условиям региона пребывания / Е.В. Крюков, В.Г. Новоженев // Военно-медицинский журнал. 2003. Т. 324. № 5. С. 28-34.
6. Крюков Е.В. Изменения неспецифической защиты и иммунитета у военнослужащих в процессе адаптации к военной службе / Е.В. Крюков // Военно-медицинский журнал. 2003. Т. 324. № 12. С. 60-61.
7. Крюков Е.В. Изменения перекисного окисления липидов и гемостаза у военнослужащих в процессе адаптации к военной службе / Е.В. Крюков // Военно-медицинский журнал. 2003. Т. 324. № 11. С. 72-73.
8. Кутелев, Г.Г. Необходимость создания и внедрения платформы управления профессиональной надежностью военнослужащих вооруженных сил российской федерации, основанной на принципах персонализированной медицины / Г.Г. Кутелев [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. - 2021. - Т. 23. - №1. - С. 177-186. doi: 10.17816/bmma63648