МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

М. К. Борщ, Е. В. Хроменкова

ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Практическое пособие

Минск
БГУФК
2015

УДК 796.015(076)
ББК 7АТ
Б83

Рекомендовано к изданию экспертной комиссией
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь,
протокол № 1 от 3 апреля 2013 года

Подготовлено в рамках задания Государственной программы развития физической культуры и спорта в Республике Беларусь на 2007–2010 годы
60-08п «Разработать программу тестирования и систему оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов для контроля и коррекции тренировочного процесса»

Р е ц е н з е н т ы:

доктор педагогических наук, доктор биологических наук, доцент *А. А. Михеев,*
кандидат педагогических наук, доцент *А. Л. Сируц*

Борщ, М. К.

Б83 Программа тестирования и система оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов для контроля и коррекции тренировочного процесса : практ. пособие / М. К. Борщ, Е. В. Хроменкова. – Минск : БГУФК, 2015. – 61 с.

ISBN 978-985-569-014-7.

Даны рекомендации по оптимизации тренировочного процесса в легкой атлетике и гребных видах спорта на основании специализированной интерпретации результатов исследований функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсмена. Данные электронейромиографических исследований позволяют быстро и информативно определять функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, могут быть использованы в оценке силовых и скоростно-силовых качеств спортсменов и динамики изменений этих показателей в ходе тренировок, а также для ранней диагностики мышечного утомления.

Пособие предназначено для тренеров, врачей спортивной медицины, студентов и преподавателей профильных учебных заведений.

УДК 796.015(076)
ББК 7АТ

Издано по заказу государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта».

ISBN 978-985-569-014-7

© Борщ М. К., Хроменкова Е. В., 2015
© Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2015
© Оформление. Учреждение образования «Белорусский государственный университет физической культуры», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Высокие требования к развитию двигательных способностей у спортсменов высокой квалификации предполагают изучение состояния нервно-мышечного аппарата. Это предопределяется тем, что организация моторного содержания двигательного действия связана прежде всего с рациональным использованием рабочих механизмов локомоторного аппарата, целесообразной координацией нервно-мышечных усилий и формированием экономичной биодинамической структуры движений. Несомненно, каждый вид спорта предъявляет специфические требования к нервно-мышечной системе.

Разработка новых и совершенствование традиционных спортивных технологий неразрывно связаны с уровнем знаний о структуре и физиологических процессах нервно-мышечного аппарата, а также механизмах управления движениями различной координационной сложности. Эти знания существенно могут быть расширены с помощью использования метода электронейромиографии – регистрации электрической активности мышц и периферических нервов у спортсменов в состоянии покоя и при выполнении произвольных двигательных действий.

В условиях спортивной тренировки, когда происходит долговременная адаптация организма к физическим нагрузкам, имеют место морфофункциональные сдвиги в состоянии различных систем организма. Эти изменения, возникающие непосредственно во время мышечной деятельности, сохраняются в организме как следствие в течение достаточно длительного времени после ее окончания. Накапливаясь в течение времени, они должны приводить к формированию более экономичного типа реагирования различных функциональных систем организма, в частности нервно-мышечного аппарата.

Для исследования потенциальных двигательных способностей скелетной мускулатуры в спортивной практике как в нашей стране, так и за рубежом широко применяют метод электромиографии (далее – ЭМГ).

В 60–70-е годы прошлого столетия и в настоящее время электромиографические исследования в области спорта проводились и проводятся во многих лабораториях [12, 14, 18, 21, 24]. Однако подобные исследования фрагментарны и отсутствует единый подход в оценке состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов различных видов спорта на разных этапах подготовки. Ряд исследователей вводит понятие «спортивная электронейромиография» (О.А. Прянишникова, Р.М. Городничев, Л.Р. Городничева, А.В. Ткаченко). Считается, что регистрация биоэлектрической активности скелетных мышц и периферических нервов у спортсменов в состоянии покоя и при выполнении произвольных двига-

тельных действий надежно характеризует потенциальные возможности спортсмена к проявлению силовых, скоростно-силовых способностей, а также развитию выносливости.

Обзор научной литературы, касающейся методов анализа ЭМГ, позволил найти прикладные аспекты приложения ЭМГ в спорте. Так, амплитудные характеристики суммарной ЭМГ могут быть использованы в оценке скоростно-силовых способностей спортсменов и динамике изменений этих показателей в ходе тренировок [24]; спектральные характеристики могут быть полезны для ранней диагностики мышечного утомления.

Увеличение на ЭМГ числа высоких осцилляций сопровождается наиболее согласованным возбуждением мышечных волокон и указывает на улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата. Регистрация ЭМГ у спортсменов во время дозированных физических нагрузок позволяет определить функциональное состояние и функциональные особенности мышечных волокон и двигательных единиц, получить качественную характеристику координации движений, установить степень нарушений функционального состояния и утомления нервно-мышечного аппарата.

Однако нет четкого представления, какими должны быть параметры ЭМГ, на основании которых можно было бы судить о потенциальных возможностях нервно-мышечного аппарата спортсменов различных специализаций выполнять тренировочные и соревновательные нагрузки, специфичные для отдельных видов спорта. Поэтому поиск надежных критериев оценки состояния нервно-мышечного аппарата у высококвалифицированных спортсменов привел нас к необходимости разработать комплексную программу тестирования и систему оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата для контроля и коррекции тренировочного процесса.

Представленные в методических рекомендациях научные данные позволят на качественно новом уровне оптимизировать тренировочный процесс национальных команд в циклических видах спорта на различных этапах годичного цикла подготовки, что будет способствовать прогнозированию оценки успешности выступления спортсменов на ответственных соревнованиях. Своевременная информация о потенциальных возможностях нервно-мышечного аппарата спортсменов позволит оценить способность спортсменов выполнять тренировочные нагрузки с преимущественным развитием выносливости, скоростного и скоростно-силового характера, а также улучшить качество отбора в национальные команды по гребле академической, гребле на байдарках и каноэ, легкой атлетике.

1. МЕТОДИКА СУММАРНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

Поверхностная электромиография – метод электромиографии, исследующий суммарную биоэлектрическую активность мышц в покое и при различных режимах напряжения. Поверхностную ЭМГ называют также глобальной, суммарной, накожной. Анализ ЭМГ дается по амплитуде, форме, ритму, частоте колебаний потенциалов и другим параметрам.

Регистрация электрической активности в данном методе производится поверхностными электродами с активных точек мышц и представляет собой сумму потенциалов отдельных двигательных единиц. Отводящие электроды при этом методе регистрации суммарной ЭМГ располагают на поверхности кожи над двигательными точками мышц. Достаточная удаленность поверхностных электродов от двигательных единиц не позволяет регистрировать потенциалы отдельных двигательных единиц, однако это не лишает метод других преимуществ. Регистрируется суммарно активность всех активированных двигательных единиц одной мышцы или различных мышц (синергистов и антагонистов). Кроме того, поверхностная ЭМГ является неинвазивным методом исследования, позволяет исследовать одновременно несколько мышц.

В режиме максимального произвольного напряжения у здоровых людей в норме регистрируется насыщенная ЭМГ амплитудой выше 300 мкВ. Активность менее 300 мкВ свидетельствует о недостаточном развитии мышцей произвольного усилия. Между силой мышц и амплитудой ЭМГ максимального произвольного усилия имеется прямо пропорциональная зависимость.

При максимальном произвольном усилии активизируется большое количество двигательных единиц (ДЕ) мышцы. Часть ДЕ работает в случайном режиме, другие – синхронно. В результате этого ЭМГ максимального произвольного усилия представляет собой результат алгебраического суммирования потенциала действия (ПД) огромного количества ДЕ и не позволяет в нормальных условиях выделить ПД отдельных ДЕ. Такая ЭМГ называется интерференционной или суммарной. Амплитуда интерференционной ЭМГ используется для оценки величины усилия, развиваемого мышцей. Исследование поверхностной ЭМГ позволяет ориентировочно оценить сократительную способность мышцы.

Помимо амплитуды изучается микроструктура ЭМГ, т. е. число колебаний ЭМГ, пересекающих нулевую линию. В норме эта величина равна 40–60 колебаний в секунду.

Исследования суммарной биоэлектрической активности мышц проводились при помощи компьютеризированного комплекса «МБН-НЕЙРОМИОГРАФ» (НМВ-О2).

Регистрация электрической мышечной активности в данном методе производилась поверхностными электродами с активных точек мышц и представляла собой суммацию потенциалов мышц в режиме максимального произвольного напряжения.

Регистрация сигнала проводилась при асинхронном способе записи, которая выполнялась последовательно – линия за линией, при коммутации линий к произвольному каналу.

Методика регистрации интерференционной поверхностной ЭМГ включает установку параметров регистрации электромиографа, использование специальных электродов, выбор мышц и режима регистрации.

Для установки параметров регистрации фильтр низких частот устанавливался на 10 кГц, фильтр высоких частот – для режима произвольного напряжения мышц 2 Гц. Скорость разверстки экрана устанавливалась на 200 мс/дел, что составляет стандартную скорость 50 мм/с. В регистрации поверхностной ЭМГ использовались биополярные накожные электроды. Межэлектродное расстояние составляло 15–20 мм.

Активный электрод располагался над брюшком мышцы (в проекции двигательной зоны или двигательной точки мышцы), референтный – над сухожилием или костным выступом, т. е. продольная ось биополярного электрода располагалась вдоль мышцы. Заземляющий электрод располагался дистальнее места исследования. Электроды фиксировались над мышцей при помощи лейкопластыря и манжет.

Анализ суммарной электромиограммы проводили по амплитудным характеристикам, частоте, исследовали также амплитуду и частоту турна.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ В СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ

В физиологических исследованиях двигательной активности, как правило, пользуются двумя основными источниками информации: записями изменений суставного угла – механограммой (МГ) и записями электрической активности мышц – электромиограммой. Оба вида записей легко осуществляются интактно.

Механограмма регистрируется при помощи датчиков суставного угла (индукционных, емкостных, тензометрических и других, пригодных для регистрации угловых перемещений или их скоростей и ускорений). Запись МГ, как правило, легко анализируется визуально; ее спектр из-за инерционных свойств сустава располагается в низкой области частот (0–30 Гц). Однако, несмотря на простоту регистрация МГ и ее спектра, одной МГ для анализа работы системы недостаточно. Необходима информация об активации групп мышц, усилия которых, воздействуя на сустав, создают его движение. Удобной характеристикой состояния активности мышцы служит ее электрическая активность, связанная с распространением по мышечным волокнам потенциалов действия.

Существуют два способа регистрации электрической активности мышц. В одном из них используют игольчатые электроды, регистрирующие потенциалы отдельных двигательных единиц или их небольших групп. Во втором способе применяются накожные электроды, которые позволяют регистрировать суммарную активность достаточно больших групп двигательных единиц. Такая ЭМГ представляет собой сложную интерференционную картину, получаемую от наложения друг на друга потенциалов большого числа двигательных единиц, расположенных вблизи электрода. Можно подобрать площадь поверхности электродов и место их установки на мышце так, что регистрируемая электродом электрическая активность хорошо отражает состояние всей мышцы [4, 16, 19, 24].

Выбор способа регистрации ЭМГ обусловлен задачами и целями предполагаемого исследования. Так, чтобы найти закономерности активации и взаимодействия отдельных двигательных единиц, используют игольчатые электроды. По ЭМГ отдельных двигательных единиц могут быть определены пороги их активации и частота «работы» единиц, выявлены корреляции между этими параметрами и ряд других факторов, раскрывающих закономерности управления двигательными единицами и соответствующими им мотонейронами.

В задачах, связанных с исследованием более высоких уровней организации двигательного акта, информации о закономерностях работы отдельных двигательных единиц оказывается недостаточно. Это связано с

тем, что организация двигательного акта осуществляется одновременной активацией большой совокупности двигательных единиц. Исследование закономерностей управления такой совокупностью сигналов, поступающих от более высоких уровней системы, целесообразно проводить, пользуясь интегральными характеристиками совокупности. Одной из таких характеристик является суммарная активность одновременно возбужденных двигательных единиц. Именно в этих целях может быть пригодной ЭМГ, полученная с помощью накожных электродов, имеющая значительно более интегральный характер, чем ЭМГ отдельных единиц [6, 8, 11, 18, 25]. В последующем анализе будет рассматриваться только эта интегральная (суммарная) ЭМГ, называемая далее просто ЭМГ.

Существуют характеристики, определяющие движение сустава, которые хорошо выявляются даже визуально по записям ЭМГ. По ним хорошо видны начало и конец активации мышц, проводится оценка общего уровня активности и выявляются другие факторы, связанные с закономерностями включения, выключения активности мышц и их взаимодействия. Но этот метод вносит большой элемент субъективности и недостоверности. Кроме того, визуальный метод анализа исключает возможность статического подтверждения полученных результатов.

Однако для целого ряда задач, связанных с анализом более тонких вопросов организации и управления мышечной активностью, визуальных наблюдений ЭМГ недостаточно. К этому ряду относятся задачи, связанные с изучением изменений активности мышц во время движения между моментами начала и конца активации, задачи управления активностью в процессе поддержания определенного уровня напряжения мышц, противодействия нагрузке или при поддержании неизменной позы сустава и в ряде других случаев. Такие задачи требуют более детального анализа ЭМГ.

Методы обработки амплитудных характеристик электрической активности мышц

Амплитуда колебаний ЭМГ долгое время была одним из основных критериев оценки ЭМГ. Здесь следует отметить, что понятие амплитуды колебаний трактуется различными авторами неоднозначно. Одни авторы принимают за амплитуду колебаний ее максимальное значение за время одного периода. Другие измеряют амплитуду как расстояние от пика до пика или как максимальное отклонение от нулевой линии, или как высоту всех левых и правых колен колебаний ЭМГ. Вследствие вариабельности колебаний часто измеряют ее среднее значение на каком-либо выбранном участке. Также распространено измерение пиковых (максимальных), среднеквадратичных (действующих), интегральных (суммар-

ных) значений амплитуд на определенных интервалах времени, статическое распределение амплитуд [17, 18].

С помощью амплитудного анализа ЭМГ можно охарактеризовать различные временные параметры мышечной деятельности: латентный период начала активности (время между сигналом начала движения и появлением первого колебания потенциала), в норме не превышает 100–250 мс [18]; скорость вовлечения мотонейронов и соответствующих двигательных единиц (время от появления первого колебания до достижения ЭМГ максимальных амплитуд), в норме этот период не превышает 150–200 мс; латентный период конца активности (время между сигналом к окончанию движения и полным исчезновением колебаний ЭМГ), в норме не превышает 200–500 мс; при одновременной регистрации ЭМГ в различных мышечных группах (от 8 и более) представляется возможным оценить их координационные соотношения, для чего подсчитываются коэффициенты реципрокности, синергии и адекватности [8, 17].

Амплитуда ЭМГ зависит от многих причин: типа и размера электродов, их фильтрующих свойств, расстояния между ними, диаметра мышечного волокна расстояния между активными мышечным волокном и электродом, температуры, биохимических изменений в мышечной ткани [1, 20, 22].

Среднее значение амплитуд ЭМГ для нормы находится в пределах 20–200 мкв, достигая при максимальных напряжениях 1–2 мкв [19]. Поэтому для получения ЭМГ, доступной обработки необходимо усиление сигнала ЭМГ [23].

В состав любой электромиографической установки должны входить усилитель биопотенциалов и регистрирующее устройство. К этим блокам предъявляют определенные требования, и в первую очередь это касается их частотных характеристик, идеальной считается установка с полосой пропускания от 0 до 10 000 Гц, которую можно использовать практически для решения любых задач в электромиографии [2, 7, 10]. Однако применяются усилители и с более узкой полосой пропускания. Спектр частот исследуемых ЭМГ зависит от полосы пропускания усилителей.

Более точный метод обработки ЭМГ – получение так называемой огибающей ЭМГ. В этом случае усиленный ЭМГ-сигнал пропускается через двухполупериодный выпрямитель и затем интегрируется как функция времени через фильтр либо *RC* [2, 15], либо *RLC* [23]. Полученное таким образом значение ЭМГ соответствует анализу по среднеквадратичному значению ЭМГ. Этот метод позволяет обойтись без вычислительных устройств, но имеет свои ограничения. Во-первых, огибающая всегда несколько опаздывает относительно ЭМГ. Величина запаздывания зависит от постоянной времени усредняющей цепочки. Во-

вторых, для количественного выражения электрической активности огибающую приходится промерять – определять ее высоту или определять планиметрированием площадь под ней.

Наиболее точным современным методом измерения электрической активности мышц является интегрирование ЭМГ [7].

Интегрированная ЭМГ определяется как сумма площадей, заключенных между ЭМГ и нулевой линией по обе ее стороны,

$$W = \int IU(t)Idt \,, \qquad (1)$$

где W – интегрированная ЭМГ за время t;

$IU(t)I$ – абсолютное значение потенциала ЭМГ внутри достаточно малого промежутка времени dt.

Определение площади производят с помощью электронных интеграторов. Универсальны интеграторы, регистрирующие площадь за достаточно малый промежуток времени и выражающие ее в виде импульсов, амплитуда которых пропорциональна интегрированной биоэлектрической активности за данный промежуток времени, и выдающие информацию о величине интегрированной активности в виде частного кода [2, 7, 9, 10, 15, 17, 22, 23]. Деление числа импульсов интегратора на время подсчета дает величину, пропорциональную средней амплитуде ЭМГ, которая с помощью калибровки может быть выражена в микровольтах.

Входной сигнал ЭМГ может быть еще в записи переведен в цифровое выражение и проинтегрирован. Этот метод связан с аналогово-цифровым преобразователем, который позволяет преобразовать ЭМГ-активность в дискретные ряды. Цифровое выражение данных достаточно часто происходит по критерию *Nyguist* [9].

Величина интегрированной активности зависит главным образом от количества функционирующих двигательных единиц. Р.С. Персон и М.С. Либкинд на математической модели показали, что интегрированная биоэлектрическая активность прямо пропорциональна корню квадратному из числа слагаемых импульсов отдельных двигательных единиц при их синхронной работе. С введением в модель синхронизации эта зависимость приближалась к линейной. Однако интегрированная ЭМГ зависит не только от количества функционирующих двигательных единиц, но и от частоты и синхронизации разрядов двигательных единиц, а также увеличение амплитуды элементарных спайков двигательных единиц по мере мобилизации высокопороговых мотонейронов.

Интегрированная ЭМГ и усредненная амплитуда колебаний в определенной мере отражают функциональное состояние мышцы, однако

они могут быть использованы для анализа ЭМГ лишь с учетом перечисленных выше факторов, влияющих на амплитуду ЭМГ.

Интегрированный сигнал может быть использован для оценки таких параметров, как средняя активность; средняя активность через позицию; пик активностей; пик активности через позицию; минимальная активность; начальная точка изменения силы; конечная точка силы; начальная точка изменения скорости силы и другие параметры [17].

Методы обработки частотных характеристик электрической активности мышц

Вопросу о частотной характеристике ЭМГ в настоящее время уделяется большое внимание. Частота следов колебаний в ЭМГ определяется числом экстремумов одного знака в единицу времени, числом следования основных колебаний – числом пересечений нулевой линии, деленным на 2. Под длительностью колебаний в ЭМГ понимают величину, обратную частоте колебаний. Частота колебаний измеряется в Гц, а длительность – в секундах или производных единицах – микросекундах.

Частота импульсов натуральной ЭМГ сама по себе не является адекватной мерой величины электрической активности мышц, но частота импульсов, превышающая определенный (достаточно высокий) уровень, как показали исследования Э.И. Пламма, хорошо отражает их амплитуду.

Некоторыми исследователями была найдена прямо пропорциональная зависимость между частотой следования колебаний и интегрированной биоэлектрической активностью, а также между частотой следования и суммой амплитуд, которые служат адекватной мерой силы сокращений. Однако для использования частоты следования колебаний как меры сократительной функции мышцы нет веских оснований. С большей уверенностью этот параметр можно использовать как критерий при достаточно высокой синхронизации разрядов двигательных единиц.

С 50-х гг. начались исследования собственно частотных (спектральных) характеристик ЭМГ.

Частотный анализ ЭМГ дает возможность выявить доминирующие частоты процесса. Однако частотный спектр, как и амплитудные характеристики ЭМГ, зависит от условий отведения, типа применяемых электродов, а также частотных характеристик, используемых анализаторов и усилительной аппаратуры. Спектры ЭМГ в основном содержат информацию о процессах активации, взаимодействия и суммации отдельных двигательных единиц. Информацию о двигательной активности мышц спектры ЭМГ, по крайней мере, в явном виде не содержат.

Для количественной оценки спектра ЭМГ используются такие параметры, как амплитуда и частота составляющих спектра, ширина диапазона спектра частот, спектральная плотность и др. Эти характеристики

зависят от частоты следования колебаний ЭМГ, их длительности, формы импульсов, крутизны фронта импульсов и других признаков [2].

Наклон в области низких частот обусловлен в основном низкой спектральной плотностью источника и влиянием формы и материала электродов. Наклон в области высоких частот зависит в основном от расстояния между электродами, интегративных свойств поверхности электродов, временной дисперсии отдельных вкладов в суммарный сигнал разных двигательных единиц (время дисперсии пропорционально протяженности зоны иннервации двигательной единицы и обратно пропорционально скорости распространения потенциала действия), числа волокон в двигательной единице. Пик спектра определяется балансом между процессами фильтрования [15].

По данным Дж. Вальтона, максимум амплитуд в частотной характеристике ЭМГ различных мышц варьирует от 100 до 250 Гц [15]. Дж. Фекс и К. Крарау для крупных мышц конечностей указывали более стабильный максимум (около 200 Гц), хотя в отдельных случаях максимумы могли варьировать. Авторы этих работ обратили также внимание на сдвиг максимума в сторону более высоких частот в частотных характеристиках ЭМГ мелких мышц лица и кисти, а также при некоторых видах мышечной патологии. Дж. Фекс и К. Крарау обнаружили кроме того, что при очень больших усилиях нередко появляется дополнительный подъем частотной характеристики ЭМГ (в области 40–50 Гц), который авторы связывали с некоторой синхронизацией двигательных единиц при сильных сокращениях [15].

В работах А. Нитингейла и К. Дж. Хэйса показано, что максимумы частотных характеристик располагаются на уровне более низких частот (50–70 ГЦ), причем оба автора указывают на отсутствие сдвига максимума при увеличении развиваемого мышцей усилия.

Все названные авторы не находили в ЭМГ частот, превышающих 800–1500 Гц. Однако К. Волкерс и В. Кэндиб обнаружили, что в ЭМГ мышц человека есть и высокочастотные компоненты, которые столь малы, что их можно зарегистрировать с помощью специально разработанного усилителя с чрезвычайно низким уровнем собственного шума. В этих условиях, даже на частоте 133 000 Гц, авторы зафиксировали электрическую активность, превышающую 0,008 мкВ [15].

Современные данные говорят о том, что при поверхностном отведении максимум частотных характеристик лежит в диапазоне 40–100 Гц, а в случае игольчатых электродов – 100–200 Гц.

Частотные характеристики ЭМГ отдельных мышц могут существенно различаться прежде всего по положению максимума в частотном ряду. По данным Ф. Сенковича и Дж. Джерстена, которые провели мо-

дельные математические исследования на ЭВМ, а также по результатам экспериментальных исследований Я.С. Славуцкого [20], положение максимума частотной характеристики определяется не амплитудой, не формой и не частотой, а исключительно длительностью импульсов ЭМГ. При этом, чем длительнее импульсы, тем ниже в частотном ряду расположен максимум частотной характеристики, а чем короче, тем выше частота, на которую приходится максимум. Положение максимума в частотном ряду строго обратно пропорционально длительности импульсов: чем короче импульсы, тем выше частота максимума.

Б.Ф. Солодков показал, что средняя длительность поверхностной ЭМГ на нулевом уровне при достаточном времени подсчета может служить непосредственной мерой положения максимума частотной характеристики ЭМГ [19].

Обобщая литературные данные, можно сказать, что положение максимума частотной характеристики электрической активности более или менее крупных мышц конечностей и туловища человека в различных функциональных и патологических условиях вообще может колебаться лишь в довольно ограниченных пределах – от 40–50 до 400–5800 Гц.

Положение максимума частотной характеристики ЭМГ используют для быстрого и точного измерения средней длительности ее импульсов в диагностических целях [9]. Рядом авторов установлено, что при нервно-мышечных поражениях (миопатиях) имеет место сдвиг максимума частотной характеристики ЭМГ к более высоким частотам или расширение диапазонов относительно высоких значений частотной характеристики ЭМГ, что коррелирует с уменьшением средней длительности импульсов. Другие авторы указывают на заметную тенденцию к сдвигу частотной характеристики ЭМГ в сторону более низких частот при некоторых видах нейрогенных поражений [2, 7, 10, 22].

Важное значение имеет тот факт, что корреляция между сдвигами максимума частотной характеристики ЭМГ и длительностью импульсов обнаружена при некоторых физиологических исследованиях в норме. Так, ряд авторов отмечают сдвиг частотной характеристики ЭМГ к низким частотам в условиях значительно выраженного утомления [2, 15], что, по-видимому, является отражением синхронизации двигательных единиц. Однако после интенсивной мышечной работы наблюдается напротив нарастание высокочастотных компонентов. Это согласуется с наблюдением, что после работы количество полифазных потенциалов двигательных единиц нарастает и их средняя длительность уменьшается.

Упомянутые количественные характеристики частотного спектра коррелируют с некоторыми параметрами ЭМГ, имеющими физиологическое значение, и в определенной мере могут быть использованы для

оценки физиологической функции мышц. Так, Е. Кайзер и И. Петерсен в натуральной ЭМГ, а М.С. Либкинд [17] на математической модели показали, что положение максимума спектра зависит от длительности колебаний двигательных единиц (при большей длительности максимум смещается в сторону низких частот). Р. Кадефорс и И. Петерсен обнаружили, что от длительности колебаний двигательных единиц зависит ширина диапазона спектра частот (чем короче импульс, тем шире спектр).

Изменения средней частоты коррелируют со скоростью проведения в мышечных волокнах и свидетельствуют о мышечном утомлении. Снижение частоты, соответствующей медиане спектра мощности, в процессе работы рассматривается также как показатель утомления мышцы [3, 9].

С появлением машинного спектрального и корреляционного анализа ЭМГ возрос интерес к электромиографическому описанию результатов анализа, полученных в условиях разных двигательных задач [5, 12–14].

Спектральный анализ ЭМГ заключается в нахождении совокупности гармонических колебаний различной амплитуды, частоты и фазы, алгебраическая сумма которых представляет данную функцию.

Электромиограмма – это случайный непериодический процесс, поэтому ее полный частотный спектр должен быть сплошным [21].

Основой для интерпретации спектра ЭМГ является преобразование Фурье. Непериодические функции разлагаются в бесконечный ряд гармоник с непрерывной последовательностью частот и могут быть представлены интегралом Фурье.

Такой подход имеет существенное достоинство: нет зависимости от уровня потенциала, т. е. этот метод может использоваться на любом уровне сокращения мышцы. Но вместе с тем этот метод обработки ЭМГ имеет и недостатки: преобразование Фурье использует среднее значение сигнала, а это может привести к тому, что отдельные детали сигнала могут быть скрыты в спектре ЭМГ; чувствительность определенных спектральных измерений к шуму (в практике нежелательно применение спектральных моментов высокого порядка).

В последние годы преобразование Фурье широко применяется при изучении явлений мышечного утомления [24].

Кроме того, для описания изменений ЭМГ при утомлении используются авторегрессионные модели [24, 26].

Корреляционный анализ основан на получении и исследовании так называемых корреляционных функций, которые определяются как интеграл от произведения двух мгновенных значений процесса, сдвинутых во времени, усредненный по периоду интегрирования (временная корреляционная функция).

При кросскорреляционном анализе мгновенные значения двух исследуемых функций перемножаются, а форма и параметры кросскорреляционных функций обусловлены степенью синфазности исследуемых процессов. Также используются показатели максимальной величины кросскорреляционный функции и сдвига ее максимума по оси времени. Максимальное значение, называемое коэффициентом корреляции, характеризует степень связи между двумя процессами во времени, сдвиг означает смещение во времени синхронных разрядов двигательных единиц исследуемых ЭМГ, причем по знаку сдвига можно судить о том, какой из процессов запаздывает [15, 21, 24, 26].

Таким образом, корреляционный анализ является методом, позволяющим выявить периодические компоненты в исследуемом процессе и степень синхронизации разрядов двигательных единиц двух исследуемых ЭМГ, отведенных от одной или различных мышц.

При автокорреляционном анализе умножаются мгновенные значения одной и той же функции, сдвинутые во времени. Если исходная функция периодична или содержит периодические составляющие, то автокорреляционная функция будет также периодически изменяться, принимая положительные и отрицательные значения. Если исследуемый процесс непериодичен, то колебания автокорреляционной функции быстро затухают.

При автокорреляционном анализе ЭМГ удается установить скорость затухания колебаний автокорреляционной функции, характеризующую наличие или отсутствие в ЭМГ периодических составляющих. Информативен также параметр времени от начала ординат до первого пересечения автокорреляционной функции с нулевой линией [3].

Некоторые авторы прибегали к корреляционному анализу для оценки средней длительности импульса и частотного спектра ЭМГ [2, 7].

Кроме того, исследовали также положение максимума частотного спектра ЭМГ и среднюю длительность импульса при помощи автокорреляционной функции [15].

Спектральный анализ ЭМГ информативен в высокочастотной области спектра, которая характеризует в основном деятельность отдельных двигательных единиц, и не выразителен в низкочастотной области (до 30 Гц), соответствующей частотным свойствам суставов и определяющей характер их движения [21]. Известно, что сустав служит фильтром низких частот с максимумом амплитудно-частотной характеристики в диапазоне 6–15 Гц, а поэтому все высокочастотные изменения ЭМГ, и соответственно мышечной силы, сустав не отрабатывает из-за своей инерционности [23]. В работе Е.А. Андреева и соавт. показано, что огибающая ЭМГ, т. е. сигнал электрической активности, пропущенный через детектор и фильтр с постоянной времени от 0,25 до 0,01 с, достаточно хо-

рошо соответствует изменению усилия мышцы [21]. В связи с этим определяющую роль для исследования сустава играет не сама ЭМГ, а ее огибающая по своей частотной полосе, аналогичной частотному диапазону сустава.

Несоответствие спектров ЭМГ спектрам МГ может объясняться лишь тем, что в спектрах ЭМГ содержится далеко не полная информация об ЭМГ, поэтому возникает необходимость в разработке другого метода анализа ЭМГ, в основе которого лежит представление о том, что усилия мышц, действующие на сустав, создают движение, МГ которого близка по протеканию к кривой, огибающей ЭМГ [24]. Этот метод состоит в спектральном и корреляционном анализе МГ, создаваемой мышцей и огибающей ЭМГ.

Изложенный метод в основном был разработан для исследования закономерностей активации мышц в условиях поддержания неизменной позы суставного угла. В некоторых случаях этот же метод оказался пригодным и для анализа двигательной активности.

В последнее десятилетие для оценки ЭМГ все чаще применяют методы теории вероятностей и математической статистики.

Данные методы рассматривают ЭМГ как случайный процесс, все характеристики которого меняются во времени и не могут быть предсказаны заранее. Однако можно утверждать, что на каком-то участке эти изменения происходят сравнительно медленно и, следовательно, процесс может рассматриваться как стационарный в широком смысле слова. Кроме того, предполагается, что каждый исследуемый участок представляет совокупность возможных реализаций ЭМГ, поэтому процесс является эргодическим. Также эргодические стационарные процессы можно описывать функциями распределения и моментами распределения.

В электромиографии имеются лишь отдельные работы, посвященные изучению статистических свойств ЭМГ. Так, Д. Ватчов и соавт. исследовали одномерное распределение амплитуд (мгновенные значения) и получили близкое к нормальному распределению [15]. Ю.Б. Гайлаис и И.Ж. Пуриньш определили распределение частот на различных уровнях биоэлектрической активности мышц и установили достоверные различия в распределении частот ЭМГ [22]. П. Бунм и соавт. изучали распределение длительностей импульсов и межспайковых интервалов отдельных единиц в зависимости от расположения электродов, силы сокращения мышц, а также распределения длительностей импульсов интерференционной ЭМГ различной полярности.

В последние годы предпринимаются попытки многопараметрического количественного анализа электромиоргамм. Методы параметрического анализа, по-видимому, более эффективны, чем методы спектрального

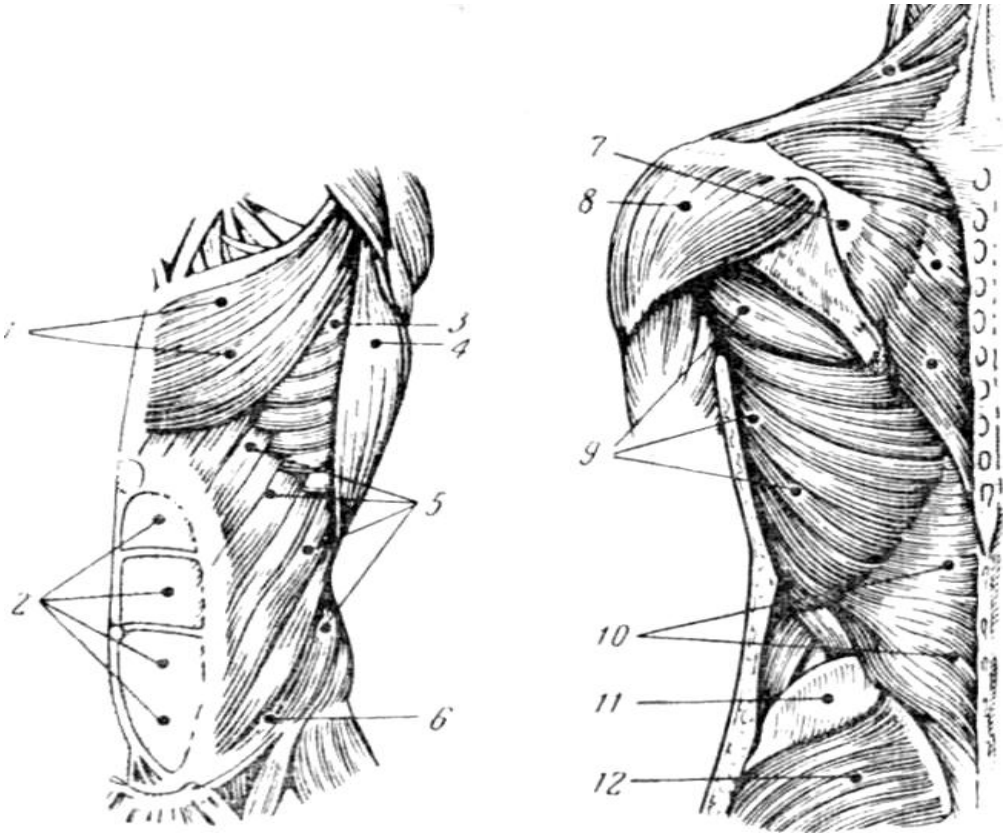
анализа при расшифровке ЭМГ, так как позволяют оценивать физиологическую функцию мышц по совокупности ЭМГ-параметров [24].

Обзор научной литературы, касающейся методов анализа ЭМГ, позволяет найти аспекты приложения электромиографии в спорте. Так, амплитудные характеристики ЭМГ могут быть использованы в оценке скоростно-силовых способностей спортсменов и динамике изменений этих показателей в ходе тренировок; спектральные характеристики могут быть полезны для ранней диагностики мышечного утомления [3, 15, 23, 24, 26].

3. СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК В МЫШЦАХ И ПРАВИЛА ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЦ ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ

3.1. Мышцы пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности

На рисунках 1 и 2 представлено расположение двигательных точек в мышцах туловища, пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности.



1 – pectoralis maior; 2 – rectus abdominis; 3 – serratus ant.; 4 – la-tissimus dorsi; 5 – obliquus abdominis ext.; 6 – obliquus abdominis int. et transversus; 7 – infraspinatus; 8 – deltoideus; 9 – latissimus dorsi; 10 – erector trunci; 11 – glutaeus medius; 12 – glutaeus maximus

Рис. 1. Схема расположения двигательных точек в мышцах туловища (спереди и сзади)

Рассмотрим методику проведения тестирования функционального потенциала мышц пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности.

Верхние пучки трапециевидной мышцы (m. trapezius)

Трапециевидная мышца – плоская, широкая, занимает поверхностное положение в задней области шеи и верхнем отделе спины, имеет форму треугольника, основанием обращенного к позвоночному столбу, а вершиной – к акромиону лопатки. Мышца начинается от *protuberantia occipitalis externa, linea nuchae superior, ligamentum nuchae и ligamentum supraspinale* всех грудных позвонков.

Иннервация: *ramus externus n. accessorii и nn. cervicales* (C_3–C_4).

Действие: сокращаясь всеми пучками, мышца приближает лопатку к позвоночному столбу; сокращаясь верхними пучками, поднимает лопатку, а нижними опускает ее. При фиксации лопатки обе трапециевидные мышцы тянут голову назад, а при одностороннем сокращении мышца наклоняет голову в соответствующую сторону.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек верхних пучков трапециевидной мышцы справа и слева – в шейно-воротниковой зоне в месте перехода шеи в плечо (рис. 1). Спортсмен одновременно максимально напрягает трапециевидные мышцы справа и слева, сводит лопатки к позвоночнику, поднимая их максимально вверх.

Боковые пучки дельтовидной мышцы (m. deltoideus – pars lat. deltoidei)

Дельтовидная мышца по своему ходу покрывает плечевой сустав. Мышца толстая имеет форму треугольника, обращенного основанием вверх, а вершиной вниз, построена из крупных пучков, сходящихся веерообразно у вершины. Начинается мышца от ключицы и лопатки.

Иннервация: *n. axillaries* (C_5–C_6).

Действие: тянет плечо вперед и несколько пронирует его, отводит плечо кнаружи, до горизонтальной плоскости, тянет руку назад, несколько супинируя ее.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек боковых пучков дельтовидной мышцы *(pars lat. deltoidei)* на правой и левой руках (рис. 2а (28) и 2б (2)). Спортсмен одновременно максимально напрягает дельтовидные мышцы справа и слева, поднимая руки в стороны до горизонтали ладонной стороной кисти вниз.

Двуглавая мышца плеча (m. biceps brachii)

Двуглавая мышца плеча состоит из двух головок, по форме округлая, веретенообразная. По своему положению занимает переднюю область

плеча и локтевого сгиба и располагается непосредственно под кожей. Длинная головка (*caput longum*) занимает латеральное положение, берет начало длинным сухожилием от *tuberculum supraglenoidale scapulae*, проходит над головкой плечевой кости через полость плечевого сустава, ложится в *sulcus intertubercularis*, окруженная межбугорковым синовиальным влагалищем (*vagina sinovialis intertubercularis*) и далее переходит в мышечное брюшко.

Круглая головка (*caput breve*) занимает медиальное положение, начинается широким сухожилием от верхушки и, направляясь книзу, также переходит в мышечное брюшко.

Иннервация: *n. musculocutaneus* (C_5–C_6).

Действие: сгибает руку в локтевом суставе и супинирует предплечье; за счет длинной головки принимает участие в отведении руки, за счет короткой – в приведении руки.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек двуглавой мышцы *(caput longum)* на правой и левой руках (рис. 2 б (6)). Спортсмен одновременно максимально напрягает двуглавые мышцы правой и левой руки, отведя плечо в сторону и максимально сгибая руки в локтевых суставах.

Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)

Трехглавая мышца плеча крупная, длинная, располагается на протяжении всей задней поверхности плеча, от лопатки до локтевого сгиба. Мышца имеет три головки: длинную, боковую и медиальную.

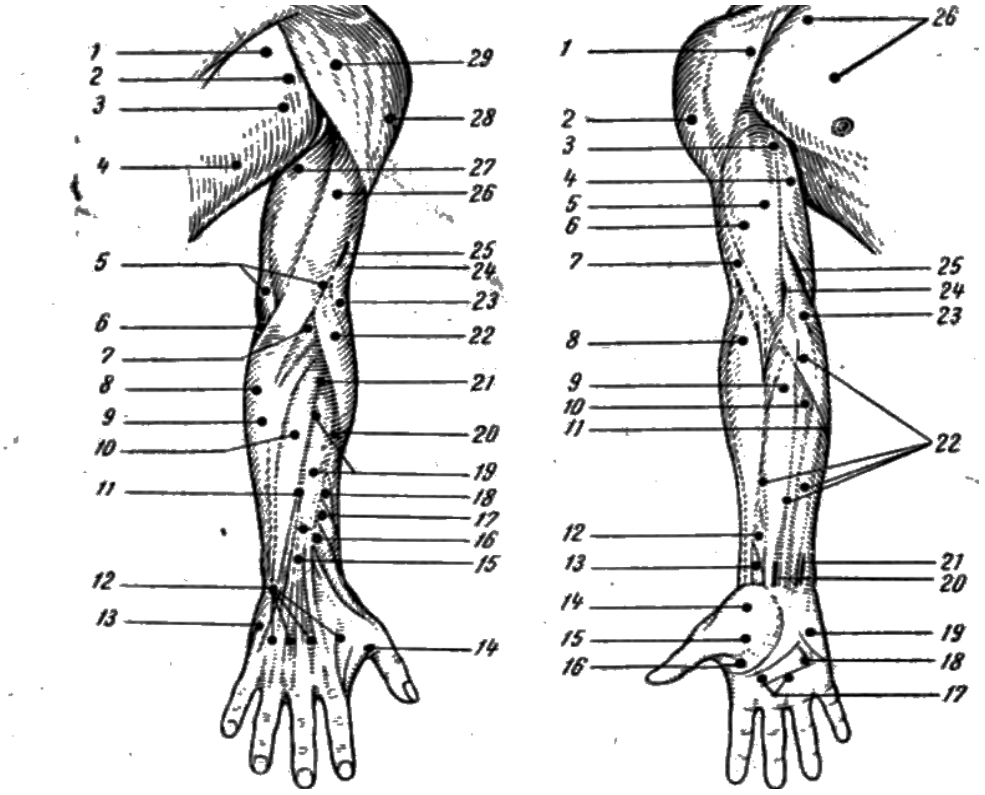
Длинная головка, *caput longum*, берет начало широким сухожилием от *tuberculum infraglenoidale*, направляется вниз, проходя в пространстве между *m. teres minor* и *m. teres major*, и ложится рядом и кнутри от наружной головки. Латеральная головка (*caput laterale*) берет начало от *facies posterior humeri*, выше борозды лучевого нерва, и от *septa intermuscularia brachii*. Мышечные пучки латеральной головки направлены кнутри и книзу. Медиальная головка (*caput mediale*) прикрыта латеральной и частично длинной головками. Она начинается от *facies posterior humeri*, ниже борозды лучевого нерва, и от *septa intermuscularia brachii mediale et laterale*. Все три головки сходятся вместе, образуя веретенообразной формы мощное брюшко.

Иннервация: *n. radialis* (C_7–C_8).

Действие: за счет длинной головки происходит движение руки назад и приведение плеча к туловищу; вся мышца принимает участие в разгибании предплечья.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек длинной головки трехглавой мышцы *(caput longum)* на правой и левой руках (рис. 2а (27)). Спортсмен одновременно максимально напрягает трехглавые мышцы правой и левой рук, отводя руки с максимально разогнутыми предплечьями назад и приводя плечо к туловищу.



Тыльная сторона: *1 – infraspinatus; 2 – teres minor; 3 – teres major; 4 – latissimus dorsi; 5 – triceps caput mediale; 6 – n. ulnaris; 7 – anconeus; 8 – flexor c. ulnaris; 9 – flexor digitorum profundus; 10 – extensor c. ulnaris; 11 – extensor digiti V; 12 – interossei; 13 – abductor digiti V; 14 – adductor pollicis; 15 – extensor indicis proprius; 16 – extensor pollicis longus; 17 – extensor pollicis brevis; 18 – abductor pollicis longus; 19 – extensor digitorum; 20 – extensor c. radialis brevis; 21 – supinator; 22 – extensor c. radialis long; 23 – brachioradialis; 24 – brachialis; 25 – n. radialis; 26 – caput laterale tricipitis; 27 – caput longum tricipitis; 28 – pars. lat. deltoidei; 29 – pars post. deltoidei*

Ладонная сторона: *1 – pars ant. deltoidei; 2 – pars lat. deltoidei; 3 – coracobrachial; 4 – triceps caput longum; 5 – biceps brachii cap. breve; 6 – biceps brachii cap. longum; 7 – brachialis; 8 – brachioradialis; 9 – flexor c. radialis; 10 – palmaris longus; 11 – flexor c. ulnaris; 12 – flexor pollicis long; 13 – pronator quadratus; 14 – abductor pollicis brevis; 15 – flexor pollicis brevis; 16 – adductor pollicis; 17 – interosseus volaris I und II et lumbricalis; 18 – interosseus volaris III; 19 – abductor digit V; 20 – n. ulnaris; 21 – n. medianus; 22 – flexor digitorum sublimis; 23 – pronator teres; 24 – n. medianus; 25 – n. ulnaris; 26 – pectora*

Рис. 2. Схема расположения двигательных точек в мышцах плеча и руки

Плечелучевая мышца (m. brachioradialis)

Плечелучевая мышца веретенообразной формы, занимает самое латеральное положение на предплечье. Несколько ниже своей середины мышца переходит в длинное сухожилие. Она берет начало от *margo lateralis humeri*, несколько выше *epicondilus lateralis* и от *septum intermusculare brachii laterale*. Направляясь книзу, мышца прикрепляется к *facies lateralis radii* несколько проксимальнее *processus stiloideus*.

Иннервация: *n. radialis* (C_5–C_6 (C_7)).

Действие: сгибает руку в локтевом суставе и принимает участие как в пронации, так и в супинации лучевой кости.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек плечелучевой мышцы на правой и левой руках (рис. 2б (8)). Спортсмен одновременно максимально напрягает плечелучевые мышцы правой и левой рук, сгибая руки с супинированным предплечьем (большой палец «смотрит» вверх) в локтевом суставе.

3.2. Мышцы туловища и свободной верхней конечности

Рассмотрим методику проведения тестирования функционального потенциала мышц туловища и свободной верхней конечности.

Нижние пучки трапециевидной мышцы (m. trapezius)

Трапециевидная мышца – плоская, широкая, занимает поверхностное положение в задней области шеи и верхнем отделе спины, имеет форму треугольника, основанием обращенного к позвоночному столбу, а вершиной – к акромиону лопатки. Мышца начинается от *protuberantia occipitalis externa, linea nuchae superior, ligamentum nuchae* и *ligamentum supraspinale* всех грудных позвонков.

Иннервация: *ramus externus n. accessorii* и *nn. cervicales* (C_3–C_4).

Действие: сокращаясь всеми пучками, мышца приближает лопатку к позвоночному столбу; сокращаясь верхними пучками, поднимает лопатку, а нижними опускает ее. При фиксации лопатки обе трапециевидные мышцы тянут голову назад, а при одностороннем сокращении мышца наклоняет голову в соответствующую сторону.

Задние пучки дельтовидной мышцы (m. deltoideus – pars post. deltoidei)

Дельтовидная мышца по своему ходу покрывает плечевой сустав. Мышца толстая, имеет форму треугольника, обращенного основанием вверх, а вершиной вниз, построена из крупных пучков, сходящихся веерообразно у вершины. Начинается мышца от ключицы и лопатки.

Иннервация: *n. axillaries* (C_5–C_6).

Действие: тянет плечо вперед и несколько пронирует его, отводит плечо кнаружи, до горизонтальной плоскости, тянет руку назад, несколько супинируя ее.

Широчайшая мышца спины (m. latissimus dorsi)

Широчайшая мышца плоская, залегает поверхностно в нижнем отделе спины, но ее верхние пучки в начальной части прикрываются трапециевидной мышцей. Начинается от остистых отростков 5–6 нижних грудных позвонков, от поверхностного (заднего) листка поясничногрудной фасции, от заднего отдела *labium externum cristae iliacae* и от 4 нижних ребер. Верхние пучки широчайшей мышцы спины, направляясь латерально, нижние – косо вверх и латерально, прикрывают заднюю поверхность нижних ребер. Здесь мышца получает дополнительные пучки в виде 3–4 зубцов, а также прикрывает нижний угол лопатки и нижний край большой круглой мышцы. Далее мышца, образуя заднюю стенку подмышечной ямки, подходит к плечевой кости и заканчивается на *crista tuberculi minoris humeri*.

Иннервация: *n. thoracodorsalis* (C_7–C_8).

Действие: приводит плечо к туловищу и тянет верхнюю конечность назад к срединной линии, вращая ее внутрь. При укрепленной верхней конечности приближает к ней туловище или принимает участие в смещении нижних ребер вверх при дыхательном движении, являясь таким образом вспомогательной дыхательной мышцей.

Исследование

Проводится исследование трапециевидной, дельтовидной и широчайшей мышц одной половины тела одновременно. Электроды попарно помещают в следующих двигательных точках мышц: трапециевидной – нижний угол лопатки на расстоянии 2–3 см от позвоночного столба (рис. 1), дельтовидной – в области задних пучков *(pars post. deltoidei)* (рис. 2а (29)) и широчайшей – в средней части (рис. 1 (9)). Спортсмен наклоняется вперед, максимально прогибает позвоночник в поясничном отделе, опускает голову вниз, тянет лопатки к позвоночнику и отводит к срединной линии согнутую в локтевом суставе руку ладонной стороной кисти вниз на уровне 45–90º к туловищу.

Прямая мышца живота (m. rectus abdominis)

Прямая мышца живота парная, плоская, относится к длинным мышцам живота; залегает в переднем отделе брюшной стенки по сторонам от белой линии живота (*linea alba*), которая тянется по срединной линии от *processus xiphoideus* к лобковому сращению. Прямая мышца живота начинается от хрящей V–XII ребер и от *processus xiphoideus*; направляясь книзу; она суживается и прикрепляется к лобковой кости в промежутке между *simphysis* и *tuberculum publicum*. Мышечные пучки

прямой мышцы живота прерываются поперечно идущими 3–4 сухожильными перемычками (*intersections tendineae*). Две из них лежат выше пупка, одна – на уровне пупка, а слабо развитая четвертая перемычка – иногда ниже уровня пупка.

Иннервация: *nn. intercostales* (V–XII), *n. lumbalis* (Th_5–Th_{12}, L1).

Действие: является мышцей брюшного пресса; опуская ребра, участвует в акте дыхания; изменяет положение позвоночного столба; тянет грудную клетку вниз – позвоночный столб наклоняется кпереди; при одностороннем сокращении происходит боковое сгибание позвоночного столба.

Наружная косая мышца живота (m. obliquus abdominis externus)

Наружная косая мышца живота относится к широким мышцам живота – плоская, широкая, начинается 8 зубцами от боковых поверхностей 8 нижних ребер. На переднебоковой поверхности грудной клетки 5 верхних зубцов мышцы вклиниваются между нижними зубцами передней зубчатой мышцы, а 3 нижних – между зубцами широчайшей мышцы спины. Пучки наружной косой мышцы направляются косо вниз и кпереди и переходят в апоневроз. Верхняя часть апоневроза направляется к срединной линии и участвует в образовании передней стенки влагалища прямой мышцы живота. Нижние пучки этой мышцы прикрепляются к переднему отделу наружной губы подвздошного гребня. Средние пучки апоневроза перебрасываются над передней вырезкой тазовой кости и натягиваются между *spina iliaca anterior superior*, с одной стороны, и *tuberculum publicum simphysis publica* – с другой, носит название паховой связки.

Иннервация: *nn. intercostales* (V–XII), *n. lumbalis* (Th_5–Th_{12}, L_1).

Действие: является мышцей брюшного пресса; сокращаясь с одной стороны, вращает туловище в противоположную сторону; двустороннее сокращение при укрепленном тазе тянет грудную клетку и сгибает позвоночный столб.

Исследование

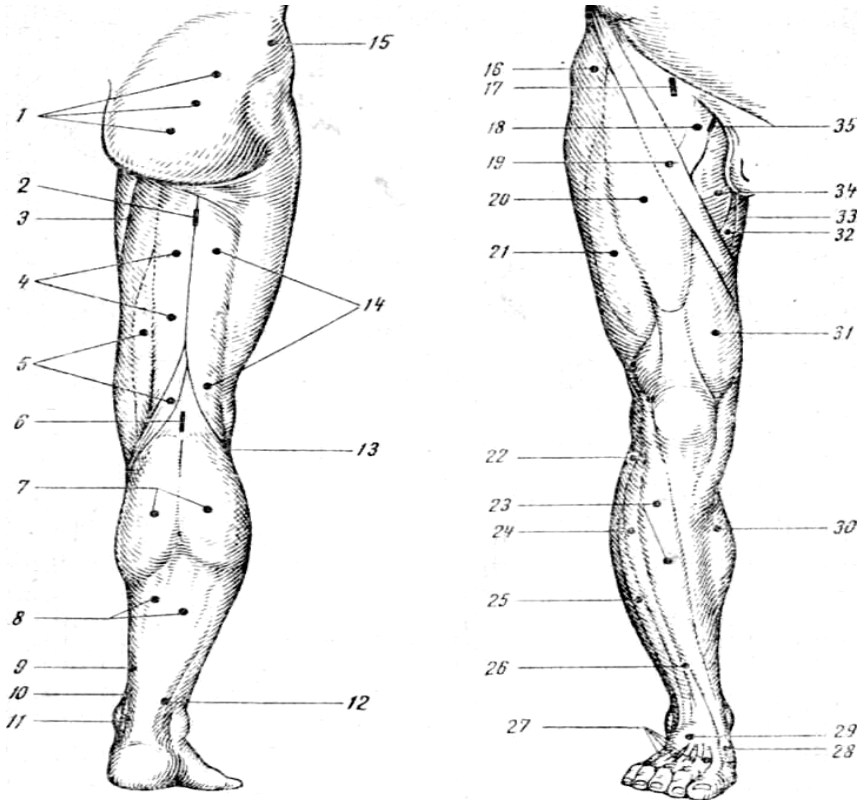
Проводится исследование прямой и наружной косой мышц живота одной половины тела одновременно. Электроды попарно помещают в следующих двигательных точках мышц: прямой мышцы живота – на расстоянии 2–3 см от белой линии живота в области верхних пучков, между 1 и 2 сухожильными перемычками (рис. 1 (2)); наружной косой мышцы – в области 3 нижних зубцов мышцы (рис. 1 (5)). Спортсмен, лежа на спине руки за голову, ноги согнуты, поясница прижата к кушетке; одновременно поднимает плечи вверх, разворачивает грудную клетку в сторону противоположную изучаемых мышц; направляя плечо одноименной стороны к колену противоположной, максимально напрягает прямую и косую мышцы живота.

3.3. Мышцы нижней конечности

На рисунке 3 представлена схема расположения двигательных точек мышц нижних конечностей. Рассмотрим основные черты методики проведения тестирования функционального потенциала этих мышц.

Икроножная мышца голени (m. gastrocnemius)

Икроножная мышца голени состоит из икроножной мышцы (*m. gastrocnemius*), лежащей поверхностно, и камбаловидной мышцы (*m. soleus*), расположенной впереди нее, ближе к костям голени. Икроножная мышца (*m. gastrocnemius*) образуется двумя головками: медиальной (*caput mediale*) и латеральной (*caput laterale*). Более мощная медиальная головка берет начало от *facies poplitea* над *condylus medialis femoris*, а латеральная головка – симметрично ей, но немного ниже над соответствующим мыщелком.



1 – glutaeus max.; 2 – n. ischiadicus; 3 – adductor magn.; 4 – semi-tendinosus; 5 – semimembranosus; 6 – n. tibialis; 7 – gastrocnemius; 8 – soleus; 9 – tibialis posticus; 10 – flex, digit, long.; 11 – n. tibialis; 12 – flex, halluc. long.; 13 – n. peroneus; 14 – biceps fern. 15 – glutaeus med.; 16 – tensor fasc. lal; 17 – n. femoralis; 18 – pectineus; 19 – sartorius; 20 – rectus; 21 – vast, lat.; 22 – peroneus long.; 23 – tibialis antic; 24 – extensor digit.; 25 – peroneus brev.; 25 – 'extensor halluc. long.; 27 – interossei; 28 – abduct, halluc; 29 – extensor digit, brev.; 30 – gastrocnemius; 31 – vast, med.; 32 – adduct. magn.; 33 – gracilis; 34 – adduct. long.; 35 – n. obturatorius

Рис. 3. Схема расположения двигательных точек в мышцах ноги (спереди и сзади)

Своими начальными отделами головки ограничивают снизу коленную ямку. Направляясь книзу, обе головки соединяются вместе, приблизительно на середине голени, а затем переходят в общее сухожилие.

Иннервация: *n tibialis* (L_4–L_5, S_1–S_2).

Действие: сгибает голень в коленном суставе, производит сгибание стопы, поднимает пятку и при фиксированной стопе тянет голень и бедро кзади.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательных точек медиальной головки икроножной мышцы на правой и левой конечностях (рис. 3 (7)). Спортсмен одновременно напрягает икроножные мышцы справа и слева, максимально поднимаясь на носки.

Двуглавая мышца бедра (m. biceps femoris)

Двуглавая мышца бедра располагается по латеральному краю задней поверхности бедра. В мышце различают две головки – длинную и короткую. Длинная головка (*caput longum*) берет начало от *tuber ischiadicum* небольшим плоским сухожилием, короткая головка (*caput breve*) – от *labium laterale lineae asperae* на протяжении нижней половины бедра. Обе головки, соединяясь, образуют мощное брюшко, которое, направляясь вниз, переходит в длинное узкое сухожилие. Последнее, обогнув сзади *epicondylus lateralis*, прикрепляется к *capitulum fibulae*. Часть пучков, направляясь горизонтально, фиксируется к краю верхней суставной поверхности *tibiae*, а часть, направляясь слегка вниз, вплетается в фасцию голени.

Иннервация: длинная головка от *n. tibialis* и *n. ischiadicus* (S_1–S_2), короткая головка от *n. peroneus communis* и *n. ischiadicus* (L_4–L_5, S_1).

Действие: разгибает бедро, сгибает голень, вращая ее кнаружи.

Исследование

Оба электрода помещают в области двигательной точки (рис. 1 (14)). Спортсмен, не наклоняясь вперед и не разворачивая таз, максимально отводит прямую ногу назад носком в пол.

Прямая мышца бедра (m. rectus femoris)

Прямая мышца бедра – наиболее длинная из четырех головок четырехглавой мышцы бедра (*m. quadriceps femoris*). Занимает переднюю поверхность бедра, берет начало тонким сухожилием от *spina iliaca anterior inferior* и верхнего края *acetabulum*. Направляясь вниз, мышца переходит в узкое сухожилие, которое срастается с основанием и передней поверхностью надколенника. Достигнув большеберцовой кости, сухожилие мышцы прикрепляется к *tuberositas tibiae*.

Иннервация: *n. femoralis plexus lumbalis* (L_2–L_4).

Действие: разгибает голень, принимает участие в сгибании бедра.

Передняя большеберцовая мышца (m. tibialis anterior)

Передняя большеберцовая мышца длинная, узкая лежит поверхностно, занимая самое медиальное положение из всей передней группы мышц голени. Внутренним краем мышца граничит с *crista anterior tibiae*, а наружным в проксимальном отделе – с *m. extensor digitorum longum*, в дистальном – с *m. extensor hullucis longum*. Мышца берет начало более широкой своей частью от *facies lateralis tibiae* (начиная от *condilus lateralis*) и *membrane interossea*. В нижней трети голени она переходит в длинное плоское сухожилие, которое залегает в сухожильном канале под *retinaculum mm. extensorum inferius*, и направляется сначала к медиальному краю стопы, а затем на подошвенную поверхность. Здесь сухожилие прикрепляется к *os cuneiforme mediale* и *basis ossis metatarsalis I*.

Иннервация: *n. peroneus profundus* (L_4–L_5, S_1).

Действие: разгибает стопу, поднимая ее медиальный край.

Исследование

Проводится исследование прямой мышцы бедра и передней большеберцовой мышцы одной конечности одновременно. Электроды попарно помещают в области мышц в следующих двигательных точках: прямой мышцы бедра (рис. 3 (20)); передней большеберцовой мышцы (рис. 3 (23)). Спортсмен напрягает прямую мышцу: сгибает бедро, поднимая ногу вперед и максимально выпрямляя ее в коленном суставе; большеберцовую мышцу – максимально разгибая стопу.

Медиальная широкая мышца бедра (m. vastus medialis)

Медиальная широкая мышца бедра занимает переднемедиальную поверхность нижней половины бедра. Мышечные пучки, ее образующие, направлены косо сверху вниз и изнутри наперед. Спереди она немного прикрыта прямой мышцей. Мышца берет начало от *lubium mediale lineae asperae femoris* и, направляясь вниз, переходит в широкое сухожилие, которое частично вплетается в общее сухожилие вместе с прямой мышцей, а частично прикрепляется к медиальному краю надколенника, образуя *retinaculum pattelae mediale*.

Иннервация: *n. femoralis plexus lumbalis* (L_2–L_4).

Действие: разгибает голень.

Латеральная широкая мышца бедра (m. vastus lateralis)

Латеральная широкая мышца бедра занимает почти всю переднелатеральную поверхность бедра. Сверху она несколько прикрыта напрягателем широкой фасции бедра, а спереди – прямой мышцей. Мышечные пучки направлены сверху вниз и снаружи наперед. Мышца берет начало от *trochanter major, linea intertrochanterica* и *labium laterale linea asperae*. Направляясь вниз, мышца переходит в широкое сухожилие, которое частично соединяется с сухожилием прямой мышцы в общее сухожилие,

а частично прикрепляется к латеральному краю надколенника, образуя *retinaculum pattelae laterale*.

Иннервация: *n. femoralis plexus lumbalis* (L_2–L_4).

Действие: разгибает голень.

Исследование

Проводится исследование широких мышц бедра одной конечности одновременно. Электроды попарно помещают в следующих двигательных точках мышц: медиальной широкой мышцы (рис. 1 (31)) и латеральной широкой мышцы (рис. 1 (21)). Спортсмен сидя напрягает обе мышцы, максимально выпрямляя ногу в коленном суставе.

4. НОРМАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ

В лабораторных условиях проведены исследования по изучению функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов с применением электормиографического метода. На основании полученных данных разработана система оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов по количественным критериям показателей суммарной электромиографии у представителей гребных видов спорта и легкой атлетики.

Для установления не только индивидуальных, но и групповых особенностей электрогенеза в исследовании были задействованы спортсмены, объединенные по возрасту, квалификации и виду спорта, что позволило достаточно обосновано группировать электрографические характеристики. Всего в исследовании приняли участие 280 спортсменов гребли академической, гребли на байдарках и каноэ и легкой атлетики.

Регистрация суммарной электрической активности двигательных единиц скелетных мышц осуществлялась с помощью компьютеризированного комплекса «МБН-НЕЙРОМИОГРАФ» (НМВ-О2) методом суммарной ЭМГ.

Для разработки нормативного материала по оценке функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов определены основные параметры ЭМГ, а именно: средняя амплитуда, максимальная амплитуда, средняя амплитуда турна, частота турна, средняя частота.

С целью эффективного изучения биоэлектрических потенциалов выбраны адекватные способы и записи электрической активности мышц спортсменов, а именно: определен порядок проведения исследования каждой мышцы в соответствии с разработанной программой тестирования.

При проведении электромиографических исследований в первую очередь необходимо предусматривать обеспечение для исследуемого спортсмена максимально удобной позы, а также комфортного психического состояния спортсмена. Учитывалась продолжительность каждого сеанса записи электромиограмм, которая не превышала 30–40 мин, так как более длительное пребывание в лаборатории может вызвать утомление, раздражение у исследуемого и нарушить его положительное отношение к выполняемым заданиям.

Следует подчеркнуть, что упомянутое общее требование к удобной позе и спокойной обстановке при электромиографическом исследовании должно учитываться в соответствии с особенностями исследуемого спортсмена и программой изучаемых двигательных реакций.

При выборе подлежащих электромиографическому изучению мышц необходимо учитывать значительное разнообразие структуры и функциональных особенностей мышц человека. В связи с их многочисленностью (около 450) электромиографическое исследование всех мышц практически невозможно. Поэтому разработанная программа исследования включает функционально различные мышцы (сгибатели, разгибатели, синергисты, антогонисты и др.) и специфичные для гребных видов спорта и легкой атлетики.

В результате исследований получены данные о количественных критериях показателей суммарной электромиографии и проведен математический анализ. Разработан нормативный материал системы оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов в виде оценочных шкал (табл. 1–7).

Таблица 1 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата гребцов академистов

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	731,7 и менее	731,71–1479,71	1479,72 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5996,92 и менее	5996,93–9542,44	9542,45 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1613,56 и менее	1613,57–3127,32	3127,33 и более
Частота турна, Гц	227,96 и менее	227,97–277,3	277,31 и более
Средняя частота, Гц	53,28 и менее	53,29–65,26	65,27 и более
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	675,06 и менее	675,07–1582,53	1582,54 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5979,72 и менее	5979,73–9439,33	9439,34 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1468,02 и менее	1468,03–3447,03	3447,04 и более
Частота турна, Гц	222,23 и менее	222,24–309,76	309,77 и более
Средняя частота, Гц	52,91 и менее	52,92–71,81	71,82 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	414,57 и менее	414,58–930,1	930,11 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4007,46 и менее	4007,47–7515,07	7515,08 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	848,17 и менее	848,18–1918,93	1918,94 и более
Частота турна, Гц	253,67 и менее	253,68–332,69	332,7 и более
Средняя частота, Гц	49,3 и менее	49,31–65,6	65,61 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	481,51 и менее	481,52–1009,04	1009,05 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4635,45 и менее	4635,46–7445,52	7445,53 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1010,85 и менее	1010,86–1947,63	1947,64 и более

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Частота турна, Гц	248,77 и менее	248,78–377,95	377,96 и более
Средняя частота, Гц	47,95 и менее	47,96–74,22	74,23 и более
Двуглавая мышца плеча *(L m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	434,53 и менее	434,54–1009,34	1009,35 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3955,16 и менее	3955,17–7201,06	7201,07 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	839,96 и менее	839,97–2071,74	2071,75 и более
Частота турна, Гц	236,22 и менее	236,23–298,67	298,68 и более
Средняя частота, Гц	49,95 и менее	49,96–60,78	60,79 и более
Двуглавая мышца плеча *(R m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	518,11 и менее	518,12–1039,98	1039,99 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4400,81 и менее	4400,82–7703,93	7703,94 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1027,52 и менее	1027,53–2129,55	2129,56 и более
Частота турна, Гц	231,98 и менее	231,99–283,43	283,44 и более
Средняя частота, Гц	50,06 и менее	50,07–60,87	60,88 и более
Трехглавая мышца плеча *(L m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	354,36 и менее	354,37–642,61	642,62 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3289,33 и менее	3289,34–5793,6	5793,61 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	722,04 и менее	722,05–1264,78	1264,79 и более
Частота турна, Гц	324,33 и менее	324,34–407,9	407,91 и более
Средняя частота, Гц	57,53 и менее	57,54–81,11	81,12 и более
Трехглавая мышца плеча *(R m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	360,46 и менее	360,47–622,16	622,17 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3358,16 и менее	3358,17–5656,11	5656,12 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	748,39 и менее	748,4–1204,63	1204,64 и более
Частота турна, Гц	334,84 и менее	334,85–413,77	413,78 и более
Средняя частота, Гц	61,82 и менее	61,83–89,72	89,73 и более
Плечелучевая мышца *(L m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	462,86 и менее	462,87–1103,75	1103,76 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3734,4 и менее	3734,41–7470,34	7470,35 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	800,95 и менее	800,96–2263,01	2263,02 и более
Частота турна, Гц	220,48 и менее	220,49–296,78	296,79 и более
Средняя частота, Гц	48,63 и менее	48,64–64,63	64,64 и более
Плечелучевая мышца *(R m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	450,61 и менее	450,62–1120,01	1120,02 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4360,87 и менее	4360,88–8099,18	8099,19 и более

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	821,82 и менее	821,83–2326,99	2327 и более
Частота турна, Гц	218,59 и менее	218,6–283,4	283,41 и более
Средняя частота, Гц	47,46 и менее	47,47–56,53	56,54 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	258,37 и менее	258,38–561,99	562 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2598,95 и менее	2598,96–5284,35	5284,36 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	569 и менее	569,01–1167,67	1167,68 и более
Частота турна, Гц	260,68 и менее	260,69–381,22	381,23 и более
Средняя частота, Гц	48,05 и менее	48,06–84,52	84,53 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	278,16 и менее	278,17–587,77	587,78 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2833,28 и менее	2833,29–5444,09	5444,1 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	–22,59 и менее	–22,58–2458,28	2458,29 и более
Частота турна, Гц	236,13 и менее	236,14–359,77	359,78 и более
Средняя частота, Гц	45,8 и менее	45,81–87,98	87,99 и более
Двуглавая мышца бедра *(L m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	257,25 и менее	257,26–550,42	550,43 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2317,03 и менее	2317,04–4961,28	4961,29 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	553,75 и менее	553,76–1176,54	1176,55 и более
Частота турна, Гц	252,91 и менее	252,92–300,88	300,89 и более
Средняя частота, Гц	47,3 и менее	47,31–65,29	65,3 и более
Двуглавая мышца бедра *(R m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	336,57 и менее	336,58–512,86	512,87 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3033,24 и менее	3033,25–4757,75	4757,76 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	731,08 и менее	731,09–1074,85	1074,86 и более
Частота турна, Гц	269,08 и менее	269,09–306,11	306,12 и более
Средняя частота, Гц	51,87 и менее	51,88–64,32	64,33 и более
Прямая мышца бедра *(L m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	307,64 и менее	307,65–470,71	470,72 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2560,89 и менее	2560,9–4155,81	4155,82 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	673,56 и менее	673,57–1003,94	1003,95 и более
Частота турна, Гц	260,05 и менее	260,06–313,43	313,44 и более
Средняя частота, Гц	54,23 и менее	54,24–66,91	66,92 и более

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Прямая мышца бедра *(R m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	288,93 и менее	288,94–470,56	470,57 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2544,78 и менее	2544,79–4108,04	4108,05 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	623,8 и менее	623,81–978,76	978,77 и более
Частота турна, Гц	272,73 и менее	272,74–339,3	339,31 и более
Средняя частота, Гц	51,69 и менее	51,7–73,97	73,98 и более
Передняя большеберцовая мышца *(L m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	323,45 и менее	323,46–534,5	534,51 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2795,13 и менее	2795,14–4596,92	4596,93 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	701,83 и менее	701,84–1133,38	1133,39 и более
Частота турна, Гц	330,1 и менее	330,11–376,29	376,3 и более
Средняя частота, Гц	90,28 и менее	90,29–112,91	112,92 и более
Передняя большеберцовая мышца *(R m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	315,85 и менее	315,86–374,34	374,35 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3085,85 и менее	3085,86–4526,48	4526,49 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	786,58 и менее	786,59–997,33	997,34 и более
Частота турна, Гц	331,1 и менее	331,11–375,89	375,9 и более
Средняя частота, Гц	87,56 и менее	87,57–119,23	119,24 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(L m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	298,95 и менее	298,96–519,77	519,78 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2441,13 и менее	2441,14–4391,55	4391,56 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	646,57 и менее	646,58–1140,35	1140,36 и более
Частота турна, Гц	225,03 и менее	225,04–257,96	257,97 и более
Средняя частота, Гц	50,14 и менее	50,15–58,69	58,7 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(R m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	372,74 и менее	372,75–622,4	622,41 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2976,16 и менее	2976,17–4981,6	4981,61 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	768,34 и менее	768,35–1325,99	1326 и более
Частота турна, Гц	217,02 и менее	217,03–275,64	275,65 и более
Средняя частота, Гц	47,66 и менее	47,67–58,49	58,5 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(L m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	349,66 и менее	349,67–788,21	788,22 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2998,73 и менее	2998,74–6067,01	6067,02 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	727,23 и менее	727,24–1455,18	1455,19 и более

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Частота турна, Гц	231,68 и менее	231,69–293,64	293,65 и более
Средняя частота, Гц	47,12 и менее	47,13–58,37	58,38 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(R m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	364,18 и менее	364,19–646,51	646,52 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3194,2 и менее	3194,21–5395,47	5395,48 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	773,75 и менее	773,76–1339,86	1339,87 и более
Частота турна, Гц	236,49 и менее	236,5–297,17	297,18 и более
Средняя частота, Гц	46,89 и менее	46,9–58,43	58,44 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	363,71 и менее	363,72–628,4	628,41 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2914,25 и менее	2914,26–5058,4	5058,41 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	793,16 и менее	793,17–1301,81	1301,82 и более
Частота турна, Гц	174,61 и менее	174,62–205,38	205,39 и более
Средняя частота, Гц	38,19 и менее	38,2–50,8	50,81 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	337,55 и менее	337,56–717,6	717,61 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2362,63 и менее	2362,64–5650,5	5650,51 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	722,36 и менее	722,37–1496,43	1496,44 и более
Частота турна, Гц	172,32 и менее	172,33–200,07	200,08 и более
Средняя частота, Гц	38,97 и менее	38,98–44,62	44,63 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	505,76 и менее	505,77–813,39	813,4 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4085,5 и менее	4085,51–6987,75	6987,76 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1005,72 и менее	1005,73–1543,11	1543,12 и более
Частота турна, Гц	266,75 и менее	266,76–309,84	309,85 и более
Средняя частота, Гц	51,05 и менее	51,06–60,54	60,55 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	380,63 и менее	380,64–1082,02	1082,03 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3712,71 и менее	3712,72–7294,62	7294,63 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	805,35 и менее	805,36–2274,28	2274,29 и более
Частота турна, Гц	241,27 и менее	241,28–324,92	324,93 и более
Средняя частота, Гц	53,14 и менее	53,15–65,65	65,66 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	425,45 и менее	425,46–657,34	657,35 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3487,39 и менее	3487,4–5848,51	5848,52 и более

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	942,05 и менее	942,06–1546,43	1546,44 и более
Частота турна, Гц	201,77 и менее	201,78–245,33	245,34 и более
Средняя частота, Гц	50,06 и менее	50,07–57,26	57,27 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	435,9 и менее	435,91–766,49	766,5 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3707,83 и менее	3707,84–6102,83	6102,84 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1036,06 и менее	1036,07–1724,18	1724,19 и более
Частота турна, Гц	192,42 и менее	192,43–238,91	238,92 и более
Средняя частота, Гц	47,44 и менее	47,45–58,1	58,11 и более
Прямая мышца живота *(R m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	242,03 и менее	242,04–447,46	447,47 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2078,34 и менее	2078,35–4309,81	4309,82 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	563,44 и менее	563,45–1002,87	1002,88 и более
Частота турна, Гц	220,47 и менее	220,48–281,72	281,73 и более
Средняя частота, Гц	49,3 и менее	49,31–65,09	65,1 и более
Прямая мышца живота *(L m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	302,43 и менее	302,44–465,36	465,37 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2628,93 и менее	2628,94–3638,64	3638,65 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	654,02 и менее	654,03–919,07	919,08 и более
Частота турна, Гц	239,04 и менее	239,05–310,35	310,36 и более
Средняя частота, Гц	53,77 и менее	53,78–77,22	77,23 и более
Наружная косая мышца живота *(R m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	268,02 и менее	268,03–492,59	492,6 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2221,91 и менее	2221,92–3908,44	3908,45 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	595,79 и менее	595,8–1082,06	1082,07 и более
Частота турна, Гц	164,1 и менее	164,11–226,49	226,5 и более
Средняя частота, Гц	38,86 и менее	38,87–46,73	46,74 и более
Наружная косая мышца живота *(L m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	266,51 и менее	266,52–367,9	367,91 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2073,04 и менее	2073,05–2811,25	2811,26 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	580,96 и менее	580,97–803,59	803,6 и более
Частота турна, Гц	155,06 и менее	155,07–207,13	207,14 и более
Средняя частота, Гц	36,85 и менее	36,86–44,54	44,55 и более

Таблица 2 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата гребцов на байдарках (мужчины)

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	607,78 и менее	607,79–1024,85	1024,86 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5499,28 и менее	5499,29–8256,15	8256,16 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1280,22 и менее	1280,23–2097,13	2097,14 и более
Частота турна, Гц	256,51 и менее	256,52–316,81	316,82 и более
Средняя частота, Гц	56,62 и менее	56,63–70,48	70,49 и более
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	665,07 и менее	665,08–1014,78	1014,79 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5803,63 и менее	5803,64–8097,2	8097,21 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1364,62 и менее	1364,63–2074,99	2075 и более
Частота турна, Гц	249,93 и менее	249,94–342,28	342,29 и более
Средняя частота, Гц	55,32 и менее	55,33–79,78	79,79 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	646,51 и менее	646,52–1081,41	1081,42 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	6200,81 и менее	6200,82–9080,87	9080,88 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1398,28 и менее	1398,29–2338,54	2338,55 и более
Частота турна, Гц	256,81 и менее	256,82–317,56	317,57 и более
Средняя частота, Гц	57,14 и менее	57,15–72,48	72,49 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	632,65 и менее	632,66–1173,25	1173,26 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	6769,96 и менее	6769,97–9243,23	9243,24 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1403,65 и менее	1403,66–2129,09	2129,1 и более
Частота турна, Гц	269,73 и менее	269,74–441,13	441,14 и более
Средняя частота, Гц	59,26 и менее	59,27–84,6	84,61 и более
Двуглавая мышца плеча *(L m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	647,67 и менее	647,68–1201,36	1201,37 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5729,71 и менее	5729,72–8769,68	8769,69 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1296,17 и менее	1296,18–2517,11	2517,12 и более
Частота турна, Гц	260,67 и менее	260,68–328,59	328,6 и более
Средняя частота, Гц	58,26 и менее	58,27–70,89	70,9 и более
Двуглавая мышца плеча *(R m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	839,35 и менее	839,36–1537,59	1537,6 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	7075,44 и менее	7075,45–9854,84	9854,85 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1726,76 и менее	1726,77–3154,62	3154,63 и более
Частота турна, Гц	245,13 и менее	245,14–305,38	305,39 и более
Средняя частота, Гц	54,43 и менее	54,44–69,56	69,57 и более
Трехглавая мышца плеча *(L m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	567,1 и менее	567,11–1316,96	1316,97 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	6143,43 и менее	6143,44–8767,14	8767,15 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1123,44 и менее	1123,45–2692,95	2692,96 и более

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Частота турна, Гц	314,06 и менее	314,07–399,09	399,1 и более
Средняя частота, Гц	68,14 и менее	68,15–86,16	86,17 и более
Трехглавая мышца плеча *(R m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	587,12 и менее	587,13–1018,26	1018,27 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5651,49 и менее	5651,5–8826,83	8826,84 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1143,09 и менее	1143,1–1941,73	1941,74 и более
Частота турна, Гц	354,91 и менее	354,92–418,66	418,67 и более
Средняя частота, Гц	64,77 и менее	64,78–79,86	79,87 и более
Плечелучевая мышца *(L m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	491,07 и менее	491,08–938,52	938,53 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4414,58 и менее	4414,59–7859,17	7859,18 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	981,78 и менее	981,79–1853,33	1853,34 и более
Частота турна, Гц	259,48 и менее	259,49–314,95	314,96 и более
Средняя частота, Гц	53,2 и менее	53,21–68,34	68,35 и более
Плечелучевая мышца *(R m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	533,43 и менее	533,44–907,07	907,08 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4603,92 и менее	4603,93–8180,36	8180,37 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	950,15 и менее	950,16–1746,22	1746,23 и более
Частота турна, Гц	220,4 и менее	220,41–478,93	478,94 и более
Средняя частота, Гц	47,21 и менее	47,22–61,89	61,9 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	332,51 и менее	332,52–518,16	518,17 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3052,32 и менее	3052,33–4800,47	4800,48 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	668,86 и менее	668,87–1060,93	1060,94 и более
Частота турна, Гц	336,35 и менее	336,36–417,14	417,15 и более
Средняя частота, Гц	64,68 и менее	64,69–101,31	101,32 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	414,08 и менее	414,09–555,48	555,49 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3816,79 и менее	3816,8–5774,85	5774,86 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	858,33 и менее	858,34–1178,39	1178,4 и более
Частота турна, Гц	321,12 и менее	321,13–408,62	408,63 и более
Средняя частота, Гц	58,72 и менее	58,73–85,77	85,78 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	272,27 и менее	272,28–580,63	580,64 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2254,04 и менее	2254,05–4725,66	4725,67 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	696,7 и менее	696,71–1245,4	1245,41 и более
Частота турна, Гц	174,23 и менее	174,24–231,32	231,33 и более
Средняя частота, Гц	44,56 и менее	44,57–58,77	58,78 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	307,57 и менее	307,58–767,89	767,9 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2544,46 и менее	2544,47–5928,85	5928,86 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	690,68 и менее	690,69–1759,05	1759,06 и более

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Частота турна, Гц	156,62 и менее	156,63–206,26	206,27 и более
Средняя частота, Гц	40,43 и менее	40,44–52,45	52,46 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	565,2 и менее	565,21–1196,66	1196,67 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5332,21 и менее	5332,22–8192,09	8192,1 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1173,52 и менее	1173,53–2431,11	2431,12 и более
Частота турна, Гц	246,28 и менее	246,29–303,49	303,5 и более
Средняя частота, Гц	54,85 и менее	54,86–63,14	63,15 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	668,15 и менее	668,16–1176,06	1176,07 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	6125,48 и менее	6125,49–8758,42	8758,43 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1304,96 и менее	1304,97–2363,94	2363,95 и более
Частота турна, Гц	237,75 и менее	237,76–320,02	320,03 и более
Средняя частота, Гц	49,82 и менее	49,83–62,39	62,4 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	185,8 и менее	185,81–604,46	604,47 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	1731,99 и менее	1732–4993,27	4993,28 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	476,56 и менее	476,57–1386,69	1386,7 и более
Частота турна, Гц	188,31 и менее	188,32–235,23	235,24 и более
Средняя частота, Гц	49,01 и менее	49,02–59,87	59,88 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	255,35 и менее	255,36–711,22	711,23 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2623,27 и менее	2623,28–5809,34	5809,35 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	679,27 и менее	679,28–1634,29	1634,3 и более
Частота турна, Гц	192,92 и менее	192,93–231,07	231,08 и более
Средняя частота, Гц	50,26 и менее	50,27–64,4	64,41 и более
Прямая мышца живота *(R m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	252,95 и менее	252,96–532,11	532,12 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	1943,76 и менее	1943,77–4905,72	4905,73 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	538,55 и менее	538,56–1200,52	1200,53 и более
Частота турна, Гц	168,97 и менее	168,98–267,68	267,69 и более
Средняя частота, Гц	40,91 и менее	40,92–63,74	63,75 и более
Прямая мышца живота *(L m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	411,75 и менее	411,76–649,28	649,29 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3598,54 и менее	3598,55–5776,42	5776,43 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	908,05 и менее	908,06–1387,72	1387,73 и более
Частота турна, Гц	226,65 и менее	226,66–294,22	294,23 и более
Средняя частота, Гц	47,87 и менее	47,88–64,78	64,79 и более
Наружная косая мышца живота *(R m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	333,29 и менее	333,3–646,14	646,15 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3204,21 и менее	3204,22–4989,69	4989,7 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	779,94 и менее	779,95–1459,5	1459,51 и более

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
Частота турна, Гц	63,91 и менее	63,92–658,75	658,76 и более
Средняя частота, Гц	35,59 и менее	35,6–57,73	57,74 и более
Наружная косая мышца живота *(L m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	315,03 и менее	315,04–699,36	699,37 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2820,44 и менее	2820,45–5237,27	5237,28 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	707,86 и менее	707,87–1789,22	1789,23 и более
Частота турна, Гц	160,14 и менее	160,15–289,63	289,64 и более
Средняя частота, Гц	42,32 и менее	42,33–66,56	66,57 и более

Таблица 3 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата гребцов на каноэ

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	527,24 и менее	527,25–938,25	938,26 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4472,69 и менее	4472,7–7624,62	7624,63 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1101,67 и менее	1101,68–2032,44	2032,45 и более
Частота турна, Гц	222,24 и менее	222,25–328,42	328,43 и более
Средняя частота, Гц	47,32 и менее	47,33–73,61	73,62 и более
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	653,68 и менее	653,69–1114,01	1114,02 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5474,74 и менее	5474,75–8717,3	8717,31 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1351,81 и менее	1351,82–2422	2422,01 и более
Частота турна, Гц	218,14 и менее	218,15–309,45	309,46 и более
Средняя частота, Гц	44,37 и менее	44,38–67,49	67,5 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	653,69 и менее	653,7–1140,33	1140,34 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5595,34 и менее	5595,35–9224,86	9224,87 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1306,18 и менее	1306,19–2138,07	2138,08 и более
Частота турна, Гц	256,73 и менее	256,74–353,06	353,07 и более
Средняя частота, Гц	51,62 и менее	51,63–72,57	72,58 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	580,71 и менее	580,72–1063,09	1063,1 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5638,5 и менее	5638,51–9076,82	9076,83 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1191,17 и менее	1191,18–2079,22	2079,23 и более
Частота турна, Гц	277,11 и менее	277,12–348,98	348,99 и более
Средняя частота, Гц	54,59 и менее	54,6–73,3	73,31 и более
Двуглавая мышца плеча *(L m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	691,62 и менее	691,63–1330,07	1330,08 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5898,55 и менее	5898,56–8763,69	8763,7 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1430,78 и менее	1430,79–2749,88	2749,89 и более
Частота турна, Гц	241,92 и менее	241,93–323,87	323,88 и более
Средняя частота, Гц	54,67 и менее	54,68–68,42	68,43 и более
Двуглавая мышца плеча *(R m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	838,1 и менее	838,11–1464,65	1464,66 и более

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Максимальная амплитуда, мкВ	6893,63 и менее	6893,64–9397,17	9397,18 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1638,11 и менее	1638,12–3024,88	3024,89 и более
Частота турна, Гц	228,98 и менее	228,99–318,91	318,92 и более
Средняя частота, Гц	50,55 и менее	50,56–62,64	62,65 и более
Трехглавая мышца плеча *(L Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	507,04 и менее	507,05–1058,01	1058,02 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5206,52 и менее	5206,53–8563,98	8563,99 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1057,91 и менее	1057,92–2236,17	2236,18 и более
Частота турна, Гц	316,59 и менее	316,6–414,1	414,11 и более
Средняя частота, Гц	64,98 и менее	64,99–95,11	95,12 и более
Трехглавая мышца плеча *(R m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	456,24 и менее	456,25–1196,69	1196,7 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5089,17 и менее	5089,18–8203,81	8203,82 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1002,92 и менее	1002,93–2163,39	2163,4 и более
Частота турна, Гц	321,93 и менее	321,94–485,46	485,47 и более
Средняя частота, Гц	67,71 и менее	67,72–85,88	85,89 и более
Плечелучевая мышца *(L m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	459,51 и менее	459,52–1244,56	1244,57 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4618,81 и менее	4618,82–8141,62	8141,63 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	781 и менее	781,01–2336,49	2336,5 и более
Частота турна, Гц	230,47 и менее	230,48–291,92	291,93 и более
Средняя частота, Гц	35,31 и менее	35,32–55,21	55,22 и более
Плечелучевая мышца *(R m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	500,38 и менее	500,39–973,48	973,49 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4397,7 и менее	4397,71–7701,58	7701,59 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	873,23 и менее	873,24–1748,81	1748,82 и более
Частота турна, Гц	242,45 и менее	242,46–305	305,01 и более
Средняя частота, Гц	36,27 и менее	36,28–52,25	52,26 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	206,43 и менее	206,44–595,46	595,47 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2543,93 и менее	2543,94–5370,07	5370,08 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	421,93 и менее	421,94–1533,94	1533,95 и более
Частота турна, Гц	359,57 и менее	359,58–478,85	478,86 и более
Средняя частота, Гц	90,78 и менее	90,79–128,21	128,22 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	264,02 и менее	264,03–591,72	591,73 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3276,24 и менее	3276,25–5913,54	5913,55 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	614,84 и менее	614,85–1314,89	1314,9 и более
Частота турна, Гц	368,46 и менее	368,47–481,96	481,97 и более
Средняя частота, Гц	78,99 и менее	79–121,57	121,58 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	547,36 и менее	547,37–879,99	880 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4205,78 и менее	4205,79–6392,54	6392,55 и более

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	1109,71 и менее	1109,72–1950,76	1950,77 и более
Частота турна, Гц	149,3 и менее	149,31–221,09	221,1 и более
Средняя частота, Гц	36,36 и менее	36,37–44,03	44,04 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы (L m. trapezius)			
Средняя амплитуда, мкВ	593,86 и менее	593,87–872,89	872,9 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4643,66 и менее	4643,67–6434,45	6434,46 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1251,55 и менее	1251,56–1950,19	1950,2 и более
Частота турна, Гц	154,77 и менее	154,78–188,42	188,43 и более
Средняя частота, Гц	35,64 и менее	35,65–43,95	43,96 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	694,67 и менее	694,68–1124,96	1124,97 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	6151,54 и менее	6151,55–9004,4	9004,41 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1293,44 и менее	1293,45–2405,91	2405,92 и более
Частота турна, Гц	257,64 и менее	257,65–320,62	320,63 и более
Средняя частота, Гц	55,46 и менее	55,47–66,8	66,81 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	607,27 и менее	607,28–1054,78	1054,79 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5949,69 и менее	5949,7–8657,39	8657,4 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1253,26 и менее	1253,27–2156,05	2156,06 и более
Частота турна, Гц	242,44 и менее	242,45–312,35	312,36 и более
Средняя частота, Гц	49,64 и менее	49,65–65,29	65,3 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	227,26 и менее	227,27–664,71	664,72 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	1952,18 и менее	1952,19–4994,08	4994,09 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	478,43 и менее	478,44–1201,62	1201,63 и более
Частота турна, Гц	165,87 и менее	165,88–303,46	303,47 и более
Средняя частота, Гц	40,6 и менее	40,61–62,19	62,2 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	212,34 и менее	212,35–620,75	620,76 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	1918,18 и менее	1918,19–4672,94	4672,95 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	564,42 и менее	564,43–1207,46	1207,47 и более
Частота турна, Гц	160,43 и менее	160,44–237,82	237,83 и более
Средняя частота, Гц	42,49 и менее	42,5–61,23	61,24 и более
Прямая мышца живота *(R m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	316,05 и менее	316,06–650,86	650,87 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2505,21 и менее	2505,22–4929,99	4930 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	674,51 и менее	674,52–1397,75	1397,76 и более
Частота турна, Гц	169,66 и менее	169,67–255,13	255,14 и более
Средняя частота, Гц	39,35 и менее	39,36–55,84	55,85 и более
Прямая мышца живота *(L m. rectus abdominis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	326,07 и менее	326,08–664,96	664,97 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2774,14 и менее	2774,15–5394,51	5394,52 и более

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	705,29 и менее	705,3–1397,68	1397,69 и более
Частота турна, Гц	256,77 и менее	256,78–338,28	338,29 и более
Средняя частота, Гц	55,6 и менее	55,61–81,59	81,6 и более
Наружная косая мышца живота *(R m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	300,02 и менее	300,03–610,75	610,76 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2323,16 и менее	2323,17–4627,67	4627,68 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	586,87 и менее	586,88–1256,65	1256,66 и более
Частота турна, Гц	173,58 и менее	173,59–241,08	241,09 и более
Средняя частота, Гц	36,88 и менее	36,89–47,64	47,65 и более
Наружная косая мышца живота *(L m. obliquus abdominis externus)*			
Средняя амплитуда, мкВ	325,06 и менее	325,07–571,6	571,61 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3085,76 и менее	3085,77–5089,01	5089,02 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	715,11 и менее	715,12–1246,29	1246,3 и более
Частота турна, Гц	258,73 и менее	258,74–355,26	355,27 и более
Средняя частота, Гц	56,12 и менее	56,13–81,74	81,75 и более

Таблица 4 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата метателей

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	713,64 и менее	713,65–1479,35	1479,36 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5644,66 и менее	5644,67–9802,47	9802,48 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1554,28 и менее	1554,29–3270,2	3270,21 и более
Частота турна, Гц	210,58 и менее	210,59–261,41	261,42 и более
Средняя частота, Гц	47,19 и менее	47,2–66,23	66,24 и более
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(R m. rapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	838,26 и менее	838,27–1642,36	1642,37 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5703,62 и менее	5703,63–9730,26	9730,27 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1506,58 и менее	1506,59–2911,21	2911,22 и более
Частота турна, Гц	210,89 и менее	210,9–264,53	264,54 и более
Средняя частота, Гц	37 и менее	37,01–58,13	58,14 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	606,78 и менее	606,79–918,56	918,57 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5559,34 и менее	5559,35–8580,56	8580,57 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1289,74 и менее	1289,75–1935,27	1935,28 и более

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Частота турна, Гц	265,19 и менее	265,2–333,37	333,38 и более
Средняя частота, Гц	60,15 и менее	60,16–72,13	72,14 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	624,4 и менее	624,41–1024,16	1024,17 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5895,25 и менее	5895,26–8743,4	8743,41 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1361,22 и менее	1361,23–2157,28	2157,29 и более
Частота турна, Гц	261,37 и менее	261,38–307,48	307,49 и более
Средняя частота, Гц	59,59 и менее	59,6–71,83	71,84 и более
Двуглавая мышца плеча *(L m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	589,48 и менее	589,49–1023,13	1023,14 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5105,19 и менее	5105,2–8319,64	8319,65 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1099,87 и менее	1099,88–1898,28	1898,29 и более
Частота турна, Гц	251,26 и менее	251,27–320,93	320,94 и более
Средняя частота, Гц	46,96 и менее	46,97–57,63	57,64 и более
Средняя амплитуда, мкВ	822,92 и менее	822,93–1636,15	1636,16 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5982,88 и менее	5982,89–9311,59	9311,6 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1524,97 и менее	1524,98–3061,96	3061,97 и более
Частота турна, Гц	239,5 и менее	239,51–302,49	302,5 и более
Средняя частота, Гц	48,45 и менее	48,46–62,74	62,75 и более
Трехглавая мышца плеча *(L m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	450,98 и менее	450,99–771,51	771,52 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4256,91 и менее	4256,92–6882,24	6882,25 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	871,54 и менее	871,55–1509,55	1509,56 и более
Частота турна, Гц	330,4 и менее	330,41–424,59	424,6 и более
Средняя частота, Гц	59,77 и менее	59,78–87,62	87,63 и более
Трехглавая мышца плеча *(R m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	493,49 и менее	493,5–1448,58	1448,59 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4789,33 и менее	4789,34–7828,82	7828,83 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	939,42 и менее	939,43–2005,73	2005,74 и более
Частота турна, Гц	328,68 и менее	328,69–399,11	399,12 и более
Средняя частота, Гц	47,32 и менее	47,33–75,67	75,68 и более
Плечелучевая мышца *(L m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	590,62 и менее	590,63–832,74	832,75 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5221,41 и менее	5221,42–7261,21	7261,22 и более

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	1204,27 и менее	1204,28–1790,44	1790,45 и более
Частота турна, Гц	226,23 и менее	226,24–288,05	288,06 и более
Средняя частота, Гц	51,07 и менее	51,08–60,92	60,93 и более
Плечелучевая мышца *(R m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	705,82 и менее	705,83–951,83	951,84 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5048,65 и менее	5048,66–7738,02	7738,03 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1341,49 и менее	1341,5–1843,21	1843,22 и более
Частота турна, Гц	217,26 и менее	217,27–295,3	295,31 и более
Средняя частота, Гц	45,69 и менее	45,7–53,16	53,17 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	362,58 и менее	362,59–648,93	648,94 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3508,05 и менее	3508,06–6730,49	6730,5 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	751,48 и менее	751,49–1317,48	1317,49 и более
Частота турна, Гц	352,65 и менее	352,66–470,77	470,78 и более
Средняя частота, Гц	56,14 и менее	56,15–111,85	111,86 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	358,66 и менее	358,67–659,39	659,4 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3742,97 и менее	3742,98–5687,11	5687,12 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	820,49 и менее	820,5–1278,76	1278,77 и более
Частота турна, Гц	334,81 и менее	334,82–478,61	478,62 и более
Средняя частота, Гц	61,92 и менее	61,93–110,36	110,37 и более
Двуглавая мышца бедра *(L m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	390,87 и менее	390,88–519,08	519,09 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3784,96 и менее	3784,97–4536,31	4536,32 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	891,02 и менее	891,03–1082,01	1082,02 и более
Частота турна, Гц	240,05 и менее	240,06–314,74	314,75 и более
Средняя частота, Гц	50,13 и менее	50,14–73,46	73,47 и более
Двуглавая мышца бедра *(R m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	391,39 и менее	391,4–494,68	494,69 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3758,92 и менее	3758,93–4762,55	4762,56 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	887,56 и менее	887,57–1096,55	1096,56 и более
Частота турна, Гц	276,41 и менее	276,42–329,58	329,59 и более
Средняя частота, Гц	56,12 и менее	56,13–74,27	74,28 и более

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Прямая мышца бедра *(L m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	433,28 и менее	433,29–686,77	686,78 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3793,65 и менее	3793,66–6841,11	6841,12 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	842,67 и менее	842,68–1442,43	1442,44 и более
Частота турна, Гц	258,75 и менее	258,76–302,66	302,67 и более
Средняя частота, Гц	51,6 и менее	51,61–69,82	69,83 и более
Прямая мышца бедра *(R m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	471,69 и менее	471,7–851,7	851,71 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4501,19 и менее	4501,2–7492,37	7492,38 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	996,83 и менее	996,84–1738,64	1738,65 и более
Частота турна, Гц	238,21 и менее	238,22–309,49	309,5 и более
Средняя частота, Гц	51,94 и менее	51,95–69,19	69,2 и более
Передняя большеберцовая мышца *(L m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	472,28 и менее	472,29–585,25	585,26 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4391,76 и менее	4391,77–6443,89	6443,9 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1014,83 и менее	1014,84–1365,13	1365,14 и более
Частота турна, Гц	373,73 и менее	373,74–419,69	419,7 и более
Средняя частота, Гц	105,26 и менее	105,27–117,3	117,31 и более
Передняя большеберцовая мышца *(R m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	428,26 и менее	428,27–551,96	551,97 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4298,45 и менее	4298,46–5952,66	5952,67 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	985,1 и менее	985,11–1335,66	1335,67 и более
Частота турна, Гц	387,6 и менее	387,61–434,11	434,12 и более
Средняя частота, Гц	97,44 и менее	97,45–126,55	126,56 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(L m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	431,53 и менее	431,54–561,63	561,64 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3875,22 и менее	3875,23–4998,91	4998,92 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	951,15 и менее	951,16–1382,69	1382,7 и более
Частота турна, Гц	159,84 и менее	159,85–225,29	225,3 и более
Средняя частота, Гц	41,84 и менее	41,85–53,01	53,02 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(R m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	351,5 и менее	351,51–597,71	597,72 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3280,41 и менее	3280,42–4578,12	4578,13 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	728,04 и менее	728,05–1391,26	1391,27 и более
Частота турна, Гц	202,19 и менее	202,2–283,51	283,52 и более
Средняя частота, Гц)	44,69 и менее	44,7–61,87	61,88 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(L m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	449,75 и менее	449,76–657,61	657,62 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3607,58 и менее	3607,59–5186,35	5186,36 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	938,46 и менее	938,47–1213,1	1213,11 и более
Частота турна, Гц	213,17 и менее	213,18–281,68	281,69 и более

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
Средняя частота, Гц	47,38 и менее	47,39–63,76	63,77 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(R m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	381,19 и менее	381,2–541,03	541,04 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3212,67 и менее	3212,68–4633,98	4633,99 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	743,06 и менее	743,07–1060,68	1060,69 и более
Частота турна, Гц	267,61 и менее	267,62–312,95	312,96 и более
Средняя частота, Гц	53,13 и менее	53,14–66,29	66,3 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	420,07 и менее	420,08–741,66	741,67 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3260,34 и менее	3260,35–5514,76	5514,77 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	948,05 и менее	948,06–1640,59	1640,6 и более
Частота турна, Гц	148,58 и менее	148,59–196,56	196,57 и более
Средняя частота, Гц	38,75 и менее	38,76–50,38	50,39 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	365,23 и менее	365,24–625,62	625,63 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2788,34 и менее	2788,35–4980,9	4980,91 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	836,22 и менее	836,23–1442,42	1442,43 и более
Частота турна, Гц	150,55 и менее	150,56–179,15	179,16 и более
Средняя частота, Гц	36,94 и менее	36,95–45,9	45,91 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	460,03 и менее	460,04–1060,59	1060,6 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3671,21 и менее	3671,22–7306,04	7306,05 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1067,01 и менее	1067,02–2109,81	2109,82 и более
Частота турна, Гц	199,47 и менее	199,48–230,23	230,24 и более
Средняя частота, Гц	47,62 и менее	47,63–58,66	58,67 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	583,8 и менее	583,81–1194,85	1194,86 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4802 и менее	4802,01–8364,13	8364,14 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1175,79 и менее	1175,8–2285,23	2285,24 и более
Частота турна, Гц	218 и менее	218,01–249,14	249,15 и более
Средняя частота, Гц	48,48 и менее	48,49–53,51	53,52 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	556,8 и менее	556,81–812,34	812,35 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4802,7 и менее	4802,71–6808,6	6808,61 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1101,17 и менее	1101,18–1575,68	1575,69 и более
Частота турна, Гц	209,97 и менее	209,98–240,31	240,32 и более
Средняя частота, Гц	43,58 и менее	43,59–52,12	52,13 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	529,87 и менее	529,88–790,95	790,96 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4248,53 и менее	4248,54–6129,52	6129,53 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1128,88 и менее	1128,89–1555,85	1555,86 и более
Частота турна, Гц	210,28 и менее	210,29–243,14	243,15 и более
Средняя частота, Гц	47,15 и менее	47,16–55,41	55,42 и более

Таблица 5 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата метательниц

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	743,17 и менее	743,18–1389,45	1389,46 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5623,82 и менее	5623,83–9250,04	9250,05 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1521,97 и менее	1521,98–2837,45	2837,46 и более
Частота турна, Гц	214,4 и менее	214,41–251,26	251,27 и более
Средняя частота, Гц	48,14 и менее	48,15–58,52	58,53 и более
Верхние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	778,16 и менее	778,17–1561,03	1561,04 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	7334,37 и менее	7334,38–9530,89	9530,9 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1456,36 и менее	1456,37–2969,83	2969,84 и более
Частота турна, Гц	226,73 и менее	226,74–272,59	272,6 и более
Средняя частота, Гц	44,26 и менее	44,27–57,06	57,07 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	440,11 и менее	440,12–939,08	939,09 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4194,8 и менее	4194,81–8222,15	8222,16 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	894,62 и менее	894,63–1890,17	1890,18 и более
Частота турна, Гц	257,98 и менее	257,99–324,68	324,69 и более
Средняя частота, Гц	47,22 и менее	47,23–75,1	75,11 и более
Боковые пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars lat.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	598,76 и менее	598,77–1252,67	1252,68 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5890,15 и менее	5890,16–9070,81	9070,82 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1040,81 и менее	1040,82–2383,08	2383,09 и более
Частота турна, Гц	216,24 и менее	216,25–465,75	465,76 и более
Средняя частота, Гц	37,26 и менее	37,27–62,06	62,07 и более
Двуглавая мышца плеча *(L m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	613,29 и менее	613,3–1283,57	1283,58 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5260,79 и менее	5260,8–8320,49	8320,5 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1189,03 и менее	1189,04–2351,78	2351,79 и более
Частота турна, Гц	241,47 и менее	241,48–302,52	302,53 и более
Средняя частота, Гц	43,6 и менее	43,61–62,16	62,17 и более
Двуглавая мышца плеча *(R m. Biceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	600,81 и менее	600,82–1331,76	1331,77 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5234,58 и менее	5234,59–8447,04	8447,05 и более

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	1109,95 и менее	1109,96–2046,89	2046,9 и более
Частота турна, Гц	274,22 и менее	274,23–318,44	318,45 и более
Средняя частота, Гц	42,86 и менее	42,87–61,58	61,59 и более
Трехглавая мышца плеча *(L m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	419,45 и менее	419,46–888,23	888,24 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4311,87 и менее	4311,88–7971,63	7971,64 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	774,25 и менее	774,26–1648,96	1648,97 и более
Частота турна, Гц	307,83 и менее	307,84–409,27	409,28 и более
Средняя частота, Гц	51,62 и менее	51,63–74,59	74,6 и более
Трехглавая мышца плеча *(R m. Triceps brachii)*			
Средняя амплитуда, мкВ	423,5 и менее	423,51–672,07	672,08 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3885,48 и менее	3885,49–5573,07	5573,08 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	867,81 и менее	867,82–1095,16	1095,17 и более
Частота турна, Гц	331,29 и менее	331,3–431,36	431,37 и более
Средняя частота, Гц	52,11 и менее	52,12–88,55	88,56 и более
Плечелучевая мышца *(L m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	462,09 и менее	462,1–782,5	782,51 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4394,62 и менее	4394,63–7184,93	7184,94 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	980,04 и менее	980,05–1714,68	1714,69 и более
Частота турна, Гц	260,76 и менее	260,77–292,9	292,91 и более
Средняя частота, Гц	56,75 и менее	56,76–66,91	66,92 и более
Плечелучевая мышца *(R m. brachioradialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	607,57 и менее	607,58–848,26	848,27 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4670,73 и менее	4670,74–7520,79	7520,8 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1159,62 и менее	1159,63–1563,84	1563,85 и более
Частота турна, Гц	251,35 и менее	251,36–310,31	310,32 и более
Средняя частота, Гц	46,46 и менее	46,47–56,53	56,54 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	343,37 и менее	343,38–627,47	627,48 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3330,91 и менее	3330,92–6260,13	6260,14 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	739,27 и менее	739,28–1286,77	1286,78 и более
Частота турна, Гц	277,95 и менее	277,96–341,04	341,05 и более
Средняя частота, Гц	51,22 и менее	51,23–67,77	67,78 и более

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	425,98 и менее	425,99–811,41	811,42 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3937,23 и менее	3937,24–7831,61	7831,62 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	811,05 и менее	811,06–1751,44	1751,45 и более
Частота турна, Гц	263,98 и менее	263,99–351,51	351,52 и более
Средняя частота, Гц	48,71 и менее	48,72–63,28	63,29 и более
Двуглавая мышца бедра *(L m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	395,1 и менее	395,11–624,89	624,9 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2859,98 и менее	2859,99–4973,68	4973,69 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	649,41 и менее	649,42–1265,92	1265,93 и более
Частота турна, Гц	237,51 и менее	237,52–453,81	453,82 и более
Средняя частота, Гц	42,39 и менее	42,4–55,6	55,61 и более
Двуглавая мышца бедра *(R m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	302,95 и менее	302,96–552,57	552,58 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2951,75 и менее	2951,76–5152,1	5152,11 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	675,1 и менее	675,11–1193,15	1193,16 и более
Частота турна, Гц	286,58 и менее	286,59–374,08	374,09 и более
Средняя частота, Гц	64,47 и менее	64,48–76,19	76,2 и более
Прямая мышца бедра *(L m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	361,32 и менее	361,33–666,1	666,11 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3396,96 и менее	3396,97–6606,29	6606,3 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	820,28 и менее	820,29–1518,91	1518,92 и более
Частота турна, Гц	270,49 и менее	270,5–323,17	323,18 и более
Средняя частота, Гц	57,69 и менее	57,7–76,64	76,65 и более
Прямая мышца бедра *(R m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	462,45 и менее	462,46–658,5	658,51 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4338,62 и менее	4338,63–6198,51	6198,52 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1025,24 и менее	1025,25–1458,19	1458,2 и более
Частота турна, Гц	291,57 и менее	291,58–358,75	358,76 и более
Средняя частота, Гц	67,09 и менее	67,1–77,57	77,58 и более
Передняя большеберцовая мышца *(L m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	434,02 и менее	434,03–622,1	622,11 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4291,63 и менее	4291,64–7270,83	7270,84 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1085,21 и менее	1085,22–1537,81	1537,82 и более

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Частота турна, Гц	400,23 и менее	400,24–451,76	451,77 и более
Средняя частота, Гц	135,32 и менее	135,33–147	147,01 и более
Передняя большеберцовая мышца *(R m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	420,62 и менее	420,63–723,91	723,92 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4511,89 и менее	4511,9–8256,66	8256,67 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1008,48 и менее	1008,49–1828,45	1828,46 и более
Частота турна, Гц	370,76 и менее	370,77–441,23	441,24 и более
Средняя частота, Гц	97,45 и менее	97,46–136,54	136,55 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(L m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	484,52 и менее	484,53–811,51	811,52 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3672,84 и менее	3672,85–6642,91	6642,92 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1051,68 и менее	1051,69–1724,95	1724,96 и более
Частота турна, Гц	210,27 и менее	210,28–245,72	245,73 и более
Средняя частота, Гц	48,97 и менее	48,98–55,69	55,7 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(R m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	496,94 и менее	496,95–998,61	998,62 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4058 и менее	4058,01–7666,45	7666,46 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1033,13 и менее	1033,14–2192,89	2192,9 и более
Частота турна, Гц	199,26 и менее	199,27–229,73	229,74 и более
Средняя частота, Гц	43,88 и менее	43,89–50,11	50,12 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(L m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	449,21 и менее	449,22–871,88	871,89 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3564,86 и менее	3564,87–6811,06	6811,07 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	942,74 и менее	942,75–1849,45	1849,46 и более
Частота турна, Гц	235,79 и менее	235,8–294,53	294,54 и более
Средняя частота, Гц	51,09 и менее	51,1–67,57	67,58 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(R m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	474,79 и менее	474,8–939	939,01 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4102,05 и менее	4102,06–8008,11	8008,12 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	964,4 и менее	964,41–1927,65	1927,66 и более
Частота турна, Гц	233,98 и менее	233,99–269,35	269,36 и более
Средняя частота, Гц	46,38 и менее	46,39–61,94	61,95 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	472,18 и менее	472,19–902,65	902,66 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3756,83 и менее	3756,84–6504,43	6504,44 и более

Окончание таблицы 5

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	1092,81 и менее	1092,82–1923,44	1923,45 и более
Частота турна, Гц	162,7 и менее	162,71–225,29	225,3 и более
Средняя частота, Гц	39,7 и менее	39,71–55,96	55,97 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	462,16 и менее	462,17–791,33	791,34 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3827,56 и менее	3827,57–6073,93	6073,94 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1033,36 и менее	1033,37–1741,69	1741,7 и более
Частота турна, Гц	164,26 и менее	164,27–212,73	212,74 и более
Средняя частота, Гц	38,8 и менее	38,81–48,85	48,86 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(R m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	307,3 и менее	307,31–796,93	796,94 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2328,68 и менее	2328,69–5754,51	5754,52 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	578 и менее	578,01–1644,95	1644,96 и более
Частота турна, Гц	171,37 и менее	171,38–227,62	227,63 и более
Средняя частота, Гц	40,42 и менее	40,43–58,9	58,91 и более
Задние пучки дельтовидной мышцы *(L m. pars post.deltoidei)*			
Средняя амплитуда, мкВ	583,38 и менее	583,39–947,07	947,08 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4503,78 и менее	4503,79–7120,55	7120,56 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1199,82 и менее	1199,83–1916,67	1916,68 и более
Частота турна, Гц	225,48 и менее	225,49–250,85	250,86 и более
Средняя частота, Гц	49,97 и менее	49,98–57,35	57,36 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	378,24 и менее	378,25–831,29	831,3 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3237,09 и менее	3237,1–6609,77	6609,78 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	840,99 и менее	841–1743,66	1743,67 и более
Частота турна, Гц	221,7 и менее	221,71–249,29	249,3 и более
Средняя частота, Гц	47,25 и менее	47,26–54,74	54,75 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	398,64 и менее	398,65–943,15	943,16 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2654,23 и менее	2654,24–6419,66	6419,67 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	713,11 и менее	713,12–1626,88	1626,89 и более
Частота турна, Гц	228,5 и менее	228,51–280,16	280,17 и более
Средняя частота, Гц	44,36 и менее	44,37–61,97	61,98 и более

Таблица 6 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата беговых и прыжковых дисциплин легкой атлетики (мужчины)

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Прямая мышца бедра *(L m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	530,98 и менее	530,99–812,36	812,37 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4677,14 и менее	4677,15–7570,36	7570,37 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1124,11 и менее	1124,12–1722,22	1722,23 и более
Частота турна, Гц	301,68 и менее	301,69–336,88	336,89 и более
Средняя частота, Гц	66,16 и менее	66,17–78,97	78,98 и более
Прямая мышца бедра *(R m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	456,2 и менее	456,21–927,22	927,23 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4096,13 и менее	4096,14–7610,81	7610,82 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	835,69 и менее	835,7–1907,93	1907,94 и более
Частота турна, Гц	336,51 и менее	336,52–444,05	444,06 и более
Средняя частота, Гц	56,47 и менее	56,48–100,38	100,39 и более
Передняя большеберцовая мышца *(L m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	487,55 и менее	487,56–787,17	787,18 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4927,19 и менее	4927,2–7148	7148,01 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1133,49 и менее	1133,5–1704,3	1704,31 и более
Частота турна, Гц	330,56 и менее	330,57–401,43	401,44 и более
Средняя частота, Гц	71,39 и менее	71,4–102,6	102,61 и более
Передняя большеберцовая мышца *(R m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	493,11 и менее	493,12–764,91	764,92 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5865,34 и менее	5865,35–8426,71	8426,72 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1068,17 и менее	1068,18–1799,55	1799,56 и более
Частота турна, Гц	430,61 и менее	430,62–480,04	480,05 и более
Средняя частота, Гц	95,67 и менее	95,68–126,65	126,66 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(L m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	550,82 и менее	550,83–969,86	969,87 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5059,99 и менее	5060–7910,83	7910,84 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1126,59 и менее	1126,6–1749,48	1749,49 и более
Частота турна, Гц	280,74 и менее	280,75–370,4	370,41 и более
Средняя частота, Гц	49,5 и менее	49,51–71,07	71,08 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(R m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	590,68 и менее	590,69–895,31	895,32 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5600,44 и менее	5600,45–7897,04	7897,05 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1086,38 и менее	1086,39–1689,56	1689,57 и более
Частота турна, Гц	258,35 и менее	258,36–420,79	420,8 и более
Средняя частота, Гц	50,71 и менее	50,72–64,14	64,15 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(L m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	512,92 и менее	512,93–740,2	740,21 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4322,03 и менее	4322,04–6925,53	6925,54 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1052,74 и менее	1052,75–1453,65	1453,66 и более

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Частота турна, Гц	275,77 и менее	275,78–352,89	352,9 и более
Средняя частота, Гц	54,63 и менее	54,64–67,02	67,03 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(R m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	594,6 и менее	594,61–725,79	725,8 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5114,99 и менее	5115–6251,4	6251,41 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1085,34 и менее	1085,35–1274,08	1274,09 и более
Частота турна, Гц	327,67 и менее	327,68–403,98	403,99 и более
Средняя частота, Гц	51,18 и менее	51,19–61,81	61,82 и более
Двуглавая мышца бедра *(L m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	425,93 и менее	425,94–814,2	814,21 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4187,35 и менее	4187,36–8456,32	8456,33 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	878,73 и менее	878,74–1631,4	1631,41 и более
Частота турна, Гц	288,41 и менее	288,42–345,29	345,3 и более
Средняя частота, Гц	55,85 и менее	55,86–75,28	75,29 и более
Двуглавая мышца бедра *(R m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	501,06 и менее	501,07–911,73	911,74 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4692,8 и менее	4692,81–8447,53	8447,54 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1040,01 и менее	1040,02–1849,73	1849,74 и более
Частота турна, Гц	290,42 и менее	290,43–370,43	370,44 и более
Средняя частота, Гц	62,35 и менее	62,36–71,64	71,65 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	282,63 и менее	282,64–517,45	517,46 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3263,22 и менее	3263,23–5663,26	5663,27 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	694,11 и менее	694,12–1217,08	1217,09 и более
Частота турна, Гц	362,1 и менее	362,11–507,32	507,33 и более
Средняя частота, Гц	94,54 и менее	94,55–146,59	146,6 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	283,59 и менее	283,6–582,65	582,66 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3323,71 и менее	3323,72–6042,22	6042,23 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	711,32 и менее	711,33–1245,59	1245,6 и более
Частота турна, Гц	326,49 и менее	326,5–457,22	457,23 и более
Средняя частота, Гц	72,35 и менее	72,36–117,64	117,65 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	442,49 и менее	442,5–838,93	838,94 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3711,35 и менее	3711,36–6688,21	6688,22 и более

Окончание таблицы 6

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	920,74 и менее	920,75–1643,82	1643,83 и более
Частота турна, Гц	184,61 и менее	184,62–221,71	221,72 и более
Средняя частота, Гц	38,58 и менее	38,59–48,75	48,76 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	331,32 и менее	331,33–805,57	805,58 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2679,44 и менее	2679,45–6393,58	6393,59 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	736,27 и менее	736,28–1575,12	1575,13 и более
Частота турна, Гц	173,78 и менее	173,79–217,54	217,55 и более
Средняя частота, Гц	40,97 и менее	40,98–46,69	46,7 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	603 и менее	603,01–947,19	947,2 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	5522,21 и менее	5522,22–7732,98	7732,99 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1340,01 и менее	1340,02–2107,21	2107,22 и более
Частота турна, Гц	212,2 и менее	212,21–247,46	247,47 и более
Средняя частота, Гц	49,31 и менее	49,32–57,01	57,02 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	571,03 и менее	571,04–1037,33	1037,34 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4883,65 и менее	4883,66–8036,27	8036,28 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	1282,2 и менее	1282,21–2282,79	2282,8 и более
Частота турна, Гц	213,55 и менее	213,56–246,77	246,78 и более
Средняя частота, Гц	48,74 и менее	48,75–55,25	55,26 и более

Таблица 7 – Нормативные шкалы для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата беговых и прыжковых дисциплин легкой атлетики (женщины)

Показатель	Низкий	Средний	Высокий
1	2	3	4
Прямая мышца бедра *(L m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	375,17 и менее	375,18–594,23	594,24 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3462,72 и менее	3462,73–5688,71	5688,72 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	836,17 и менее	836,18–1300,17	1300,18 и более
Частота турна, Гц	265,16 и менее	265,17–313,8	313,81 и более
Средняя частота, Гц	60,7 и менее	60,71–73,95	73,96 и более
Прямая мышца бедра *(R m. rectus femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	387,64 и менее	387,65–686,83	686,84 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3662,5 и менее	3662,51–6038,75	6038,76 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	808,63 и менее	808,64–1548	1548,01 и более
Частота турна, Гц	259,87 и менее	259,88–334,9	334,91 и более

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Средняя частота, Гц	55,8 и менее	55,81–76,92	76,93 и более
Передняя большеберцовая мышца *(L m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	340,55 и менее	340,56–644,24	644,25 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3885,88 и менее	3885,89–6347,63	6347,64 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	833,54 и менее	833,55–1372,6	1372,61 и более
Частота турна, Гц	357,64 и менее	357,65–460,09	460,1 и более
Средняя частота, Гц	88,68 и менее	88,69–129,92	129,93 и более
Передняя большеберцовая мышца *(R m. tibialis anterior)*			
Средняя амплитуда, мкВ	395,79 и менее	395,8–705,04	705,05 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	4151,73 и менее	4151,74–6430,15	6430,16 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	910,05 и менее	910,06–1485,05	1485,06 и более
Частота турна, Гц	360,97 и менее	360,98–463,71	463,72 и более
Средняя частота, Гц	72,73 и менее	72,74–116,48	116,49 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(L m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	331,63 и менее	331,64–585,07	585,08 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2961,53 и менее	2961,54–4933,12	4933,13 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	711,98 и менее	711,99–1192,31	1192,32 и более
Частота турна, Гц	257,02 и менее	257,03–312,54	312,55 и более
Средняя частота, Гц	53,27 и менее	53,28–62,63	62,64 и более
Медиальная широкая мышца бедра *(R m. vastus medialis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	341,28 и менее	341,29–543,92	543,93 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2974,39 и менее	2974,4–4909,87	4909,88 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	713,53 и менее	713,54–1121,99	1122 и более
Частота турна, Гц	259,94 и менее	259,95–340,66	340,67 и более
Средняя частота, Гц	50,93 и менее	50,94–67,15	67,16 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(L m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	362 и менее	362,01–757,61	757,62 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3116,67 и менее	3116,68–5659,86	5659,87 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	728,53 и менее	728,54–1453,01	1453,02 и более
Частота турна, Гц	264,98 и менее	264,99–330,92	330,93 и более
Средняя частота, Гц	51,46 и менее	51,47–64,53	64,54 и более
Латеральная широкая мышца бедра *(R m. vastus lateralis)*			
Средняя амплитуда, мкВ	355,71 и менее	355,72–694,71	694,72 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3223,26 и менее	3223,27–5863,42	5863,43 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	743,51 и менее	743,52–1370,15	1370,16 и более
Частота турна, Гц	272,47 и менее	272,48–338,39	338,4 и более
Средняя частота, Гц	54,1 и менее	54,11–65,46	65,47 и более
Двуглавая мышца бедра *(L m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	291,17 и менее	291,18–603,06	603,07 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3082,22 и менее	3082,23–6461,77	6461,78 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	650,74 и менее	650,75–1298,16	1298,17 и более
Частота турна, Гц	273,75 и менее	273,76–342,15	342,16 и более

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Средняя частота, Гц	55,66 и менее	55,67–80,15	80,16 и более
Двуглавая мышца бедра *(R m. Biceps femoris)*			
Средняя амплитуда, мкВ	305,39 и менее	305,4–475,21	475,22 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3191,65 и менее	3191,66–5275,14	5275,15 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	683,97 и менее	683,98–1064,51	1064,52 и более
Частота турна, Гц	287,85 и менее	287,86–359,62	359,63 и более
Средняя частота, Гц	59,33 и менее	59,34–83,79	83,8 и более
Икроножная мышца голени *(L m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	253,46 и менее	253,47–489,23	489,24 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	2880,5 и менее	2880,51–5218,24	5218,25 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	610,11 и менее	610,12–1093,43	1093,44 и более
Частота турна, Гц	305,76 и менее	305,77–446,73	446,74 и более
Средняя частота, Гц	73,26 и менее	73,27–131,17	131,18 и более
Икроножная мышца голени *(R m. Gastrochemius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	305,67 и менее	305,68–544,5	544,51 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3419,21 и менее	3419,22–5776,29	5776,3 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	697,24 и менее	697,25–1215,08	1215,09 и более
Частота турна, Гц	332,18 и менее	332,19–474,19	474,2 и более
Средняя частота, Гц	69,56 и менее	69,57–121	121,01 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(R m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	456,85 и менее	456,86–800,84	800,85 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3515,33 и менее	3515,34–5891,92	5891,93 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	981,23 и менее	981,24–1772,65	1772,66 и более
Частота турна, Гц	162,49 и менее	162,5–189,93	189,94 и более
Средняя частота, Гц	38,39 и менее	38,4–46,13	46,14 и более
Нижние пучки трапециевидной мышцы *(L m. trapezius)*			
Средняя амплитуда, мкВ	384,78 и менее	384,79–716,63	716,64 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3273,46 и менее	3273,47–5882,03	5882,04 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	790,41 и менее	790,42–1523	1523,01 и более
Частота турна, Гц	153,92 и менее	153,93–282,59	282,6 и более
Средняя частота, Гц	40,46 и менее	40,47–51,35	51,36 и более
Широчайшая мышца спины *(R m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	399,78 и менее	399,79–705,89	705,9 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3688,97 и менее	3688,98–5721,89	5721,9 и более

Окончание таблицы 7

1	2	3	4
Средняя амплитуда турна, мкВ	898,33 и менее	898,34–1694,17	1694,18 и более
Частота турна, Гц	189,28 и менее	189,29–244,53	244,54 и более
Средняя частота, Гц	47,79 и менее	47,8–55,94	55,95 и более
Широчайшая мышца спины *(L m. latissimus dorsi)*			
Средняя амплитуда, мкВ	391,19 и менее	391,2–669,35	669,36 и более
Максимальная амплитуда, мкВ	3366,04 и менее	3366,05–5711,12	5711,13 и более
Средняя амплитуда турна, мкВ	874,96 и менее	874,97–1474,13	1474,14 и более
Частота турна, Гц	200,36 и менее	200,37–246,59	246,6 и более
Средняя частота, Гц	48,78 и менее	48,79–57,73	57,74 и более

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный нормативный материал для оценки функционального потенциала нервно-мышечного аппарата спортсменов предполагает описание модельных характеристик показателей ЭМГ основных работающих мышц и их изменение в зависимости от спортивной квалификации, динамики физических нагрузок и характера восстановительных средств.

Использование результатов позволит интерпретировать полученные данные на новом уровне при проведении исследований функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов, что в свою очередь будет способствовать оптимизации тренировочного процесса в различных видах спорта. Данные электромиографических исследований, полученные в работе, позволят при проведении тестирования спортсмена быстро и информативно определять функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, а именно: могут быть использованы в оценке скоростно-силовых способностей спортсменов и динамике изменений этих показателей в ходе тренировок, а также для ранней диагностики мышечного утомления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алеев, Л. С. Кибернетика и вычислительная техника / Л. С. Алеев [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1973. – Вып. 21. – С. 71–75.
2. Андреева, Е. А. Спектральный метод анализа электрической активности мышц / Е. А. Андреева, О. Е. Хуторская. – М.: Наука, 1987. – С. 67–75.
3. Бадалян, Л. О. Клиническая электромиография: руководство для врачей / Л. О. Бадалян. – М.: Медицина, 1986. – 368 с.
4. Биоэлектрическое управление / В. С. Гурфинкель [и др.]. – М.: Наука, 1972. – С. 5–18.
5. Гурфинкель, В. С. Скелетная мышца: структура и функция / В. С. Гурфинкель. – М.: Наука, 1985. – 143 с.
6. Гутман, Р. С. Электронная аппаратура для электромиографических исследований / Р. С. Гутман. – М.: Наука, 1969. – С. 18–23.
7. Захарова, Л. М. Исследование процессов управления мышечной активностью / Л. М. Захарова, В. И.Чернов. – М.: Наука, 1970. – С. 61–65.
8. Зенков, Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей / Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 488 с.
9. Зимкин, Н. В. Об общих физиологических механизмах развития выносливости / Н. В. Зимкин // Проблемы выносливости в спорте: материалы XI Всесоюз. науч. конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности, Свердловск, 24–26 апр. 1970 г. – С. 155–156.
10. Исследование процессов управления мышечной активностью / Е. А. Андреева [и др.]. – 1970. – С. 50–60.
11. Кожевников, В. А. Опыт изучения регуляций физиологических функций в естественных условиях существования организмов / В. А. Кожевников [и др.]. – М., 1961. – С. 317–327.
12. Козлов, И. М. Электромиографическое исследование бега / И. М. Козлов // Сб. тр. ин-тов физ. культуры. – М.: ФиС, 1966. – С. 62–69.
13. Козловская, И. Б. Афферентный контроль произвольных движений / И. Б. Козловская.– М., 1976. – 296 с.
14. Коц, Я. М. Организация произвольного движения / Я. М. Коц. – М.: Наука, 1975. – 248 с.
15. Меерсон, Ф. З. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации / Ф. З. Меерсон. – М.: Дело, 1993. – 112 с.
16. Охнянская, Л. Г. Электромиография в клинике профессиональных заболеваний / Л. Г. Охнянская, А. А. Комарова. – М.: Медицина, 1970. – С. 12–21.
17. Персон, Р. С. Моделирование интерференционной биоэлектрической активности / Р. С. Персон, М. С. Либкинд // Биофизика. – 1967. – Т. 12, вып. 1. – С. 127–134.
18. Персон, Р. С. Электромиография в исследованиях человека / Р. С. Персон. – М.: Наука, 1969. – С. 32–67.
19. Солодков, Ф. Б. Новости медицинского приборостроения / Ф. Б. Солодков // Труды ВНИИМП. – 1969.– С. 106–110.
20. Славутский, Я. Л. Физиологические аспекты биоэлектрического управления протезами / Я. Л. Славутский. – М.: Медицина, 1982. – С. 32–51.

21. Трембач, А. Б. Характеристика электромиограммы двуглавой мышцы плеча у тяжелоатлетов при различном дозировании нагрузок / А. Б. Трембач // Теория и практика физ. культуры. – 2000. – № 1. – С. 20–22.
22. Физиология, морфология, биомеханика и биохимия мышечной деятельности: материалы 10-й Всесоюз. конф. по физиологии, морфологии и биомеханике и биохимии мышечной деятельности, Тбилиси, 12–15 марта 1968 г. – М.: Всесоюзное физиологическое общество, 1968. – 230 с.
23. Хуторская, О. Е. Разработка метода статистической оценки электромиографии и применение этого метода в клинике двигательных нарушений / О. Е. Хуторская. – М., 1982. – С. 216 – 224.
24. Ящанинас, И. И. Электрическая активность скелетных мышц, свойства двигательных единиц у лиц различного возраста и их изменение под влиянием спортивной тренировки: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 03.00.13 / И. И. Ящанинас. – Киев, 1983. – 33 с.
25. Buchthal, F. An introduction to electromyography / F. Buchthal. – Copen-gagen, 1957. – P. 44–78.
26. Fuglsand-Frederiksen, A. Interference EMG analysis / A. Fuglsand-Frederiksen // Computer-aided electromiografy and exspert system / Ed. J. E. Desmedt. Elsevier Science Publisers B. V. – 1989. – P. 161.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. МЕТОДИКА СУММАРНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ 5

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ В СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ 7

3. СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК В МЫШЦАХ И ПРАВИЛА ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЦ ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ 18

3.1. Мышцы пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности 18

3.2. Мышцы туловища и свободной верхней конечности 22

3.3. Мышцы нижней конечности 25

4. НОРМАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ 29

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 58

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 59

Для заметок

Для заметок

Производственно-практическое издание

Борщ Майя Казимировна
Хроменкова Елена Валентиновна

ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Практическое пособие

Корректор *В. А. Захарычева*
Компьютерная верстка *А. В. Ковальчук*
Ответственный за выпуск *Т. В. Василенко*

Подписано в печать 08.01.2015. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,29. Тираж 100 экз. Заказ 1с.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет физической культуры».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/153 от 24.01.2014.
Пр. Победителей, 105, 220020, г. Минск.