

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЕГКОАТЛЕТОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ МЕТОДОМ СТИМУЛЯЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ

М.К. Борщ¹, Н.М. Эраносьян²

¹Научно–исследовательский институт физической культуры и спорта, niifks@mail.ru

²Белорусский государственный университет физической культуры

Высокие требования к развитию силовых, скоростно-силовых и скоростных способностей в легкой атлетике предполагает изучение состояния нервно-мышечного аппарата высококвалифицированных спортсменов. 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 [1].

Характер рабочего усилия в результате тренировки определяется моторной спецификой спортивной деятельности и во всех случаях обусловлены приспособительными перестройками в организме, которые выражаются в следующем:

1. Повышении способности центральной нервной системы (ЦНС) создавать требующуюся мощность супраспинальной возбуждающей посылки на моторную периферию и обеспечивать основные параметры центральной программы межмышечной координации.
2. Морфофункциональной специализации нервно-мышечной системы в соответствии с требуемым режимом ее работы.

3. Повышении мощности систем и емкости источников энергообеспечения напряженной мышечной деятельности.
4. Распирении функциональных возможностей всех без исключения физиологических систем организма, обеспечивающих его двигательную активность.
5. Формировании специализированных межсистемных отношений в организме, обеспечивающих высокий уровень его работоспособности в конкретных условиях напряженной мышечной деятельности [1].

Основная роль в организации и обеспечении напряженной мышечной деятельности принадлежит моторной и вегетативной системам, осуществляющим свою функцию под контролем ЦНС. Центральная моторная зона коры больших полушарий формирует импульсы, адресуемые мотонейронами спинного мозга, которые, в свою очередь, осуществляют активацию и координацию работы скелетных мышц. В то же время центральная моторная зона контролирует поток афферентных сигналов, информирующих ее о достигаемом при этом результате.

Внешняя механическая эффективность рабочих усилий мышц определяется и лимитируется мощностью потока эффекторной импульсации, идущей из центральной моторной зоны к мотонейронам. В свою очередь, повышенная интенсивность работы мышц активизирует все физиологические системы организма, обеспечивающие выполнение работы. Мощность центральной импульсации задается двигательной программой. Однако ее конкретные значения уточняются требованиями, предъявляемыми условиями работы мышц и поступающими в ЦНС по афферентным нервным волокнам. Чем большая интенсивность работы требуется от мышц, тем большую мощность центральной импульсации они запрашивают. И если текущие возможности ЦНС не могут ее обеспечивать, необходима специальная тренировка, стимулирующая способность центральной моторной зоны генерировать более мощный поток афферентной импульсации.

В связи с этим, целью исследования являлось изучение состояния нервно-мышечного аппарата у высококвалифицированных легкоатлетов при исследовании М-ответа большеберцового нерва методом стимуляционной электромиографии. Выбор данной методики не случаен, т.к. она позволяет оценить состояние нерва на разных его участках, определить состояние терминалей аксонов, оценить состояние самой мышцы.

В исследованиях приняли участие 82 легкоатлета (КМС, МС, МСМК). Исследования М-ответа большеберцового нерва проводились при помощи компьютеризированного комплекса «МБН-НЕЙРОМИОГРАФ» (НМВ-02). При исследовании М – ответа активный регистрирующий электрод располагали на 1 см вниз и вперед от бугристости ладьевидной кости, регистрирующий референтный электрод располагали на сухожилие мышцы у головки первой плюсневой кости. Точки стимуляции находились на уровне голеностопного сустава и в подколенной ямке.

Таким образом, были получены данные, позволяющие судить о функциональном состоянии отдельных звеньев нервно-мышечного аппарата высококвалифицированных легкоатлетов различных специализаций (таблица).

Таблица – Среднегрупповые характеристики показателей М-ответа большеберцового нерва легкоатлетов

Показатели	х	Min	Max	σ	Sx
Спортивная ходьба (n = 13)					
Латентность дист., мс	3,72	2,70	6,60	1,04	0,29
Латентность прокс., мс	12,38	9,40	15,80	2,21	0,61
Амплитуда дист., мВ	11,47	10,11	22,03	3,18	0,88
Амплитуда прокс. мВ	10,49	6,57	18,95	2,96	0,82
Длительность дист., мс	7,04	5,40	8,60	0,74	0,21
Длительность прокс., мс	7,22	4,90	8,80	1,06	0,29
Скорость распроср. возб. дист., м/с	23,35	15,80	33,60	6,49	1,80
Скорость распроср. возб. прокс., м/с	47,82	32,40	59,80	7,17	1,99
Бег (n = 46)					

Продолжение таблицы – Среднегрупповые характеристики показателей М-ответа большеберцового нерва легкоатлетов

Латентность дист., мс	3,64	2,20	6,10	0,76	0,11
Латентность прокс., мс	12,40	10,00	16,10	1,39	0,21
Амплитуда дист., мВ	10,95	3,19	21,94	3,11	0,46
Амплитуда прокс. мВ	10,19	5,43	16,39	2,36	0,35
Длительность дист., мс	7,16	5,10	8,90	0,97	0,14
Длительность прокс., мс	8,07	4,70	9,60	1,16	0,17
Скорость распроср. возб. дист., м/с	22,84	9,10	37,90	6,90	1,02
Скорость распроср. возб. прокс., м/с	49,62	31,50	65,00	6,12	0,90
Прыжки (n = 8)					
Латентность дист., мс	3,73	2,80	5,70	0,93	0,33
Латентность прокс., мс	13,20	11,00	15,50	1,56	0,55
Амплитуда дист., мВ	10,64	10,00	11,17	0,43	0,15
Амплитуда прокс. мВ	10,09	6,55	11,01	1,48	0,52
Длительность дист., мс	7,26	4,50	8,20	1,21	0,43
Длительность прокс., мс	8,08	7,20	8,90	0,72	0,25
Скорость распроср. возб. дист., м/с	23,59	14,30	34,40	8,04	2,84
Скорость распроср. возб. прокс., м/с	47,38	40,90	52,30	3,97	1,40
Метания (n = 5)					
Латентность дист., мс	2,83	0,80	4,00	1,41	0,71
Латентность прокс., мс	13,13	12,10	14,50	1,01	0,50
Амплитуда дист., мВ	10,90	10,70	11,17	0,21	0,10
Амплитуда прокс. мВ	9,97	8,67	10,78	0,97	0,48
Длительность дист., мс	7,45	6,90	8,20	0,61	0,31
Длительность прокс., мс	7,30	7,10	7,80	0,34	0,17
Скорость распроср. возб. дист., м/с	26,28	13,10	35,50	9,57	4,79
Скорость распроср. возб. прокс., м/с	44,65	38,80	50,30	4,81	2,40
Многоборье (n = 10)					
Латентность дист., мс	3,49	3,00	4,10	0,32	0,10
Латентность прокс., мс	12,92	11,40	15,20	1,11	0,35
Амплитуда дист., мВ	12,68	9,95	24,50	4,79	1,51
Амплитуда прокс. мВ	11,16	8,31	16,55	2,35	0,74
Длительность дист., мс	7,29	5,50	8,50	0,97	0,31
Длительность прокс., мс	7,86	5,50	9,60	1,33	0,42
Скорость распроср. возб. дист., м/с	24,63	17,00	31,60	5,56	1,76
Скорость распроср. возб. прокс., м/с	47,96	40,90	57,10	4,99	1,58

Раздражение электрическим током двигательных нервов, определяет характер нервно-мышечной передачи, скорость распространения импульса по нервным волокнам, а также суммарный электрический потенциал мышцы в ответ на одиночное раздражение. Нервно-мышечная система представляет комплекс скелетных мышц и периферических образований нервной системы: мотонейронов и их аксонов. Функциональным элементом системы является двигательная единица (ДЕ).

Моторный ответ (М-ответ) – суммарный электрический потенциал мышц в ответ на одиночное электрическое раздражение двигательного нерва. Супрамаксимальная стимуляция нерва, позволяющая регистрировать электрический ответ всех двигательных единиц мышцы, является стандартизованной в регистрации и оценке М-ответа, а также в методике оценки скорости проведения по двигательным волокнам. При супрамаксимальной стимуляции в мышце гарантировано отвечает максимальное количество ДЕ. Поэтому М-ответ очень стабилен по своим параметрам. Анализируемыми параметрами М-ответа являются: латентность, амплитуда, площадь и форма [2,3].

Амплитуда М-ответа отражает количество и синхронность активации двигательных единиц мышцы. Гибель или утомление части мотонейронов (ДЕ) приводит к снижению амплитуды М-ответа. Временная дисперсия активации двигательных единиц при патологии за счет замедления проводимости по нервным волокнам так же приводит к снижению амплитуды М-ответа, однако в этом случае площадь ответа не изменяется и не отличается от нормы.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что во всех представленных видах легкой атлетики нами были зарегистрированы высокие амплитудные характеристики М-ответа от 1 мВ до 22 - 24,5 мВ, эти показатели в клинической практике считаются нормой.

Латентность М-ответа – временной интервал между началом стимула и началом М-ответа. Латентность М-ответа характеризует максимальную проводимость по нервным волокнам. Началом отсчета от стимула является передний фронт прямоугольного стимула, так как начало активации нервных волокон совпадает с началом импульса, но не с его окончанием. На наш взгляд между латентностью М-ответа и скоростными способностями есть определенная зависимость. Показатели латентности М-ответа в дистальной точке у всех спортсменов находится в пределах клинической нормы и равна от 2,8 до 3,7 мс.

Форма М-волны является высокоинформативным параметром, так как отражает вклад в ответ не только высокопроводящих, но и медленнопроводящих волокон в отличие от асинхронного режима активации мышц при произвольном движении. Электростимуляция вызывает относительно одновременную синхронную активацию ДЕ. Изменение формы мышечного потенциала может выявиться только при патологии части нервных и мышечных волокон, как проявление избирательного включения некоторых ДЕ. Визуальная оценка формы М – ответа у легкоатлетов различной специализации позволила охарактеризовать ее как правильную, без всяких отклонений.

Длительность М-ответа определяется как время существования М-ответа, т.е. от момента появления (отклонения от нулевой линии) до окончания (возврата к нулевой линии). Длительность обусловлена временным различием активации двигательных единиц, что связано с разной скоростью проведения импульсов по нервным волокнам.

Таким образом, если показатель скорость распространения возбуждения по нервному волокну характеризует состояние проводимости по наиболее высокопроводящим нервным волокнам, то длительность М-ответа отражает диапазон скоростей по нервным волокнам. Увеличение длительности М-ответа при нормальных показателях скорости проведения импульса (СПИ) свидетельствует о поражении медленнопроводящих волокон, а снижение СПИ при сохранности длительности М-ответа характерно для поражения быстропроводящих волокон.

Длительность М-ответа у представителей легкой атлетики находится в рамках нормы и составляет 4,5-9,6мс. Значимые отличия по этому показателю у спортсменов различных специализаций отсутствуют.

Скорость распространения возбуждения (СРВ) по двигательному нерву в целом отражает состояние двигательного нерва. Зависит от степени миелинизации и толщины аксона. Чем больше диаметр аксона, и более миелинизировано волокно, тем больше СРВ. У спортсменов различных специализаций легкой атлетики СРВ по двигательным нервам равна от 44,6 до 49,7 м/с, что является клинической нормой [3].

В заключении необходимо отметить, что показатели М-ответа характеризуют уровень состояния нервно-мышечного аппарата у спортсменов и его потенциальные возможности. Отсутствие достоверных отличий в параметрах М – ответа у легкоатлетов различных специализаций свидетельствует о консервативности этих признаков.

Литература:

1. Верхопанский, Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсмена. / Ю.В. Верхопанский. – М.: Физкультура и спорт. 1988. – 331 с.

2. Зайченко, К.В. Съём и обработка биоэлектрических сигналов. / К.В. Зайченко, О.О. Жариков, А.Н. Кулин и др. Учебное пособие.– СПбГУАП. СПб. – 2001. – 140 с.

3. Команцев, В.Н. Заболотных В.А. Методические основы клинической электронейромиографии. / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. Руководство для врачей. – СПб. – 2001. – 349 с.