

Рисунок 2 – Перспективные пути долгосрочного доминирования в элитном спорте на основе использования генетических методов

Вторым фактором долгосрочного доминирования в элитном спорте на основе использования генетических методов является поиск полиморфизма генов, определяющих восприимчивость спортсмена к физическим стимулирующим воздействиям, таким, например, как дозированная вибрационная тренировка. Собственные исследования показали, что спортсмены по-разному реагируют на вибрационные упражнения от полного отсутствия реакций до мощных физиологических ответов.

Если будет найден полиморфизм гена, отвечающего за восприимчивость к вибрации, то появляется возможность применять этот высокоэффективный метод в тренировке конкретных спортсменов, что даст им преимущество при прочих равных условиях.

Третьим фактором является поиск полиморфизма генов, определяющих восприимчивость спортсмена к медикаментозным стимуляторам.

1. Рогозкин, В.А. Расшифровка генома человека и спорт / В.А. Рогозкин // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 6. – С. 60–63.
2. Рогозкин, В.А. Спортивная генетика: состояние и перспективы / В.А. Рогозкин // Современный олимпийский спорт и спорт для всех: материалы VII Междунар. науч. конгр. – М., 2003. – Т. 3. – С. 265–269.
3. Генетическая предрасположенность к физической работоспособности у гребцов / О. Глотов [и др.] // Современные проблемы физической культуры и спорта: тез. докл. Всерос. науч. конф., Санкт-Петербург, 23–24 апр. 2003 г. – СПб., 2003. – С. 275–277.
4. Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training / H. Montgomery [et al.] // Lancet. – 1999. – Vol. 353. – P. 541–545.
5. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance / S. Myerson [et al.] // J. Appl. Physiol. – 1999. – Vol. 87. – P. 1313–1316.

ИЗМЕНЕНИЕ АМПЛИТУДНЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АКТИВНОСТИ КАТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Нехвядович А.И., канд. пед. наук, доцент,
Бориц М.К., Планида Е.В., канд. биол. наук, Хроменкова Е.В., Шераш Н.В.,
Научно-исследовательский институт физической культуры и спорта Республики Беларусь,
Республика Беларусь*

Несмотря на прямую зависимость спортивного результата от мышечной активности у гребцов-академистов механизмы мышечной активности, и тем более их взаимосвязь с показателями энергообмена, до сих пор изучены недостаточно. Между тем данные литературы

указывают на взаимосвязь мышечной активности и производимой силы, а также на влияние процессов утомления на мышечную активность различных мышц, участвующих в гребковых движениях. Высокая степень утомления проявляется в снижении работоспособности и приводит к более длительной активности отдельных мышц [1, 2].

На наш взгляд, для правильной оценки движений конкретного гребца необходимо знать характеристики активности отдельных мышц. Знание особенностей биоэлектрической активности мышц [3] у отдельных гребцов может иметь особенное значение для комплектования экипажей, поскольку в командных лодках требуется синхронная работа.

В связи с этим целью исследований являлось выявление особенностей электроактивности скелетных мышц гребцов-академистов (мужчин и женщин) в зависимости от степени усиления процессов катаболизма белков, определяемого по содержанию мочевины в крови в диапазоне от ниже среднего до выше среднего уровня.

Забор крови проводился в покое до ЭМГ-исследований. Содержание мочевины в сыворотке крови определялось энзиматическим методом с использованием стандартных наборов реактивов ЗАО «Диакон ДС» (Россия) и автоматизированного биохимического анализатора «Solar» (белорусско-польского пр-ва). Измерение биоэлектрической активности скелетных мышц проводилось в покое в состоянии их максимального произвольного напряжения. Исследовались амплитуда и частота биопотенциалов 32 скелетных мышц (16 пар мышц левой и правой сторон тела спортсменов).

В лабораторных условиях обследовано 26 гребцов-академистов (мужчин и женщин) в возрасте 19–33 лет, имеющих квалификацию КМС, МС и МСМК.

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что у мужчин по сравнению с женщинами фиксируются достоверно большие показатели амплитуды трехглавой мышцы плеча левой и правой руки, а также прямой мышцы правого бедра. Амплитудные характеристики других мышц у мужчин также превышают их показатели у женщин, но на уровне тенденции, что обусловлено большим разбросом данных в выборке мужчин и женщин. В показателях частоты биопотенциалов у мужчин и женщин различий не выявлено. Однако на уровне тенденции у мужчин более выражена частота электроактивности боковых пучков дельтовидной мышцы правой и левой руки, двуглавой мышцы правого плеча, икроножной, левого и правого бедра, прямой мышцы живота.

Таблица 1 – Показатели средней амплитуды и средней частоты биопотенциалов мышц у мужчин и женщин, специализирующихся в гребле академической ($X \pm Sx$)

Мышцы	Показатели средней амплитуды биопотенциалов		Показатели средней частоты биопотенциалов	
	мужчины, n=14	женщины, n=12	мужчины, n=14	женщины, n=12
1	2	3	4	5
Трапецевидная L (верхние пучки)	1036,73±277,08	1105,71±333,38	51,43±13,74	59,27±17,87
Трапецевидная R (верхние пучки)	1183,23±316,23	1128,8±340,35	48,64±13	62,36±18,8
Боковые пучки дельтовидной L	1010,47±270,06	672,34±202,72	66,64±17,81	57,45±17,32
Боковые пучки дельтовидной R	1214,16±324,5	745,28±224,71	71,21±19,03	61,09±18,42
Двуглавая плеча L	1416,94±378,69	958,86±276,8	57,21±15,29	54,92±15,85
Двуглавая плеча R	1432,09±382,74	1067,93±308,28	58,86±15,73	52,33±15,11
Трехглавая плеча L	969,77±259,18*	510±147,22*	73,36±19,61	64,75±18,69
Трехглавая плеча R	1000,01±267,26*	497,78±143,7*	70±18,71	74,83±21,6
Плечелучевая L	914,51±244,41	783,31±236,18	54,43±14,55	56,64±17,08
Плечелучевая R	955,12±255,27	785,32±236,78	55,14±14,74	52±15,68
Икроножная L	403,95±107,96	450,49±130,05	101,5±27,13	64,08±18,5

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Икроножная R	468,91±125,32	478,72±138,19	93,29±24,93	88,17±25,45
Двуглавая бедра L	482,58±152,61	403,84±127,71	65,2±20,62	56,3±17,8
Двуглавая бедра R	680,45±215,18	424,72±134,31	62,2±19,67	58,1±18,37
Прямая бедра L	775,41±245,21	487,69±147,04	53,7±16,98	61,36±18,5
Передняя большеберцовая L	433,58±137,11	428,98±135,66	111,7±35,32	101,6±32,13
Прямая бедра R	898,69±284,19*	475,61±143,4*	55,1±17,42	62,27±18,78
Передняя большеберцовая R	513,21±162,29	345,1±109,13	103,8±32,82	103,4±32,7
Медиальная широкая бедра L	513,24±162,3	417,28±125,82	55±17,39	53,82±16,23
Латеральная широкая бедра L	821,7±259,84	581,96±175,47	48,5±15,34	52,09±15,71
Медиальная широкая бедра R	536,54±169,67	513,33±154,77	55±17,39	51,45±15,51
Латеральная широкая бедра R	883,75±279,47	511,31±154,17	47,7±15,08	51,73±15,6
Трапецевидная L (нижние пучки)	511,18±136,62	527,58±166,84	42,86±11,45	41,8±13,22
Задние пучки дельтовидной L	1236,01±330,34	731,33±231,27	52,57±14,05	59,4±18,78
Широчайшая спины L	896,06±239,48	601,2±200,4	52,57±14,05	52,78±17,59
Трапецевидная R (нижние пучки)	760,51±203,25	496,06±156,87	45,07±12,05	44,5±14,07
Задние пучки дельтовидной R	1097,24±293,25	659,58±208,58	57,71±15,42	55,8±17,65
Широчайшая спины R	700,71±187,27	541,4±180,47	51,5±13,76	53,67±17,89
Прямая живота L	541,41±144,7	383,9±121,4	61,57±16,46	65,5±20,71
Наружная косая живота L	606,39±162,07	317,21±100,31	40,29±10,77	40,7±12,87
Прямая живота R	463,56±123,89	344,75±109,02	62,86±16,8	57,2±18,09
Наружная косая живота R	582,26±155,61	380,31±120,26	42,29±11,3	42,8±13,53
Примечание – * достоверные различия показателей у мужчин и женщин при p<0,05				

При рассмотрении влияния утомления на биоэлектрическую активность мышц выявлено, что у мужчин при примерно равной скорости процессов катаболизма и анаболизма белков, что соответствует среднему уровню мочевины в крови, амплитудные и частотные показатели чаще всего соответствуют средним значениям. При низком уровне мочевины, свидетельствующем о преобладании процессов анаболизма, амплитудные характеристики выше, а частотные ниже средних. При высоком содержании мочевины в крови, наоборот, амплитудные показатели ниже, а частотные выше (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика различных показателей амплитуды и частоты биопотенциалов мышц у гребцов-академистов обоего пола в зависимости от уровня мочевины в крови

Показатель	Содержание мочевины в крови спортсменов в покое					
	низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое
	Уровень амплитудных и частотных показателей					
	мужчины			женщины		
Средняя амплитуда, мкВ	выс.	ср.	низк.	низк.	выс.	ср.
Максимальная амплитуда, мкВ	выс.	ср.	низк.	низк.	выс.	ср.
Средняя амплитуда турна, мкВ	выс.	ср.	низк.	низа.	выс.	ср.
Частота турна, Гц,	низк.	ср.	выс.	выс.	ср./низк.	ср./низк.
Средняя частота, Гц	низк.	ср.	выс.	выс.	низк.	ср./низк.

У женщин в этих условиях отмечается совсем иная динамика амплитудных и частотных характеристик биопотенциалов. Высокие амплитудные показатели фиксируются при среднем,

а частотные при низком уровне мочевины. Низкие амплитудные характеристики наблюдаются при низкой концентрации мочевины, а средние – при высоком ее содержании в крови.

Особенно значительные различия с увеличением утомления отмечаются в изменении амплитудных и частотных показателей мышц, проявляющих наибольшую электроактивность в состоянии максимального произвольного напряжения (рисунки 1 и 2).

Так, у мужчин и у женщин при высоком уровне мочевины в состоянии максимального произвольного напряжения зафиксированы особенно низкие показатели наиболее электроактивных мышц за исключением бицепсов. У женщин в этих условиях выявлены особенно низкие показатели амплитуды верхних пучков трапецевидной мышц правой и левой руки. При низком содержании мочевины в крови у мужчин зафиксированы самые высокие характеристики амплитуды бицепсов и трицепсов.

Частота биопотенциалов в меньшей степени зависит от уровня мочевины в крови. В то же время при низких ее значениях у мужчин и у женщин наблюдается тенденция к повышению показателей частоты биопотенциалов. При этом имеет место как повышение, так и снижение частотных показателей с увеличением амплитуды.

Обращают на себя внимание различия электрической активности отдельных правосторонних и левосторонних мышц. Например, у мужчин средние и максимальные показатели амплитуды биопотенциалов у левостороннего бицепса и правостороннего трицепса выше, а у правостороннего бицепса и левостороннего трицепса ниже. При этом частотные показатели биопотенциалов бицепсов и трицепсов как у мужчин, так и у женщин значительно меньше, чем, например, мышц живота. Эти данные указывают на неодинаковое участие в движениях отдельных мышц и групп мышц, связанное с рациональным или нерациональным распределением нагрузки на различные группы мышц, что подлежит дальнейшему изучению.

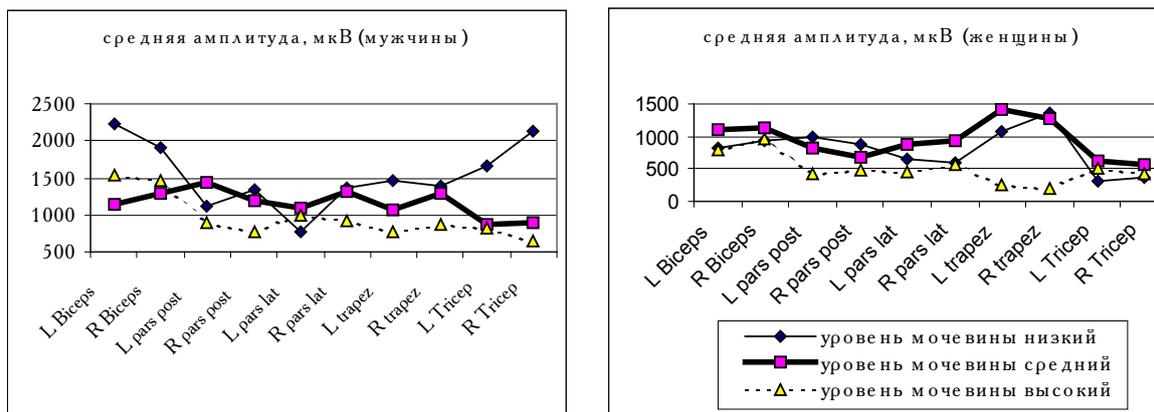


Рисунок 1 – Показатели амплитуды биопотенциалов наиболее электроактивных мышц в состоянии их максимального произвольного напряжения у гребцов-академистов различного пола

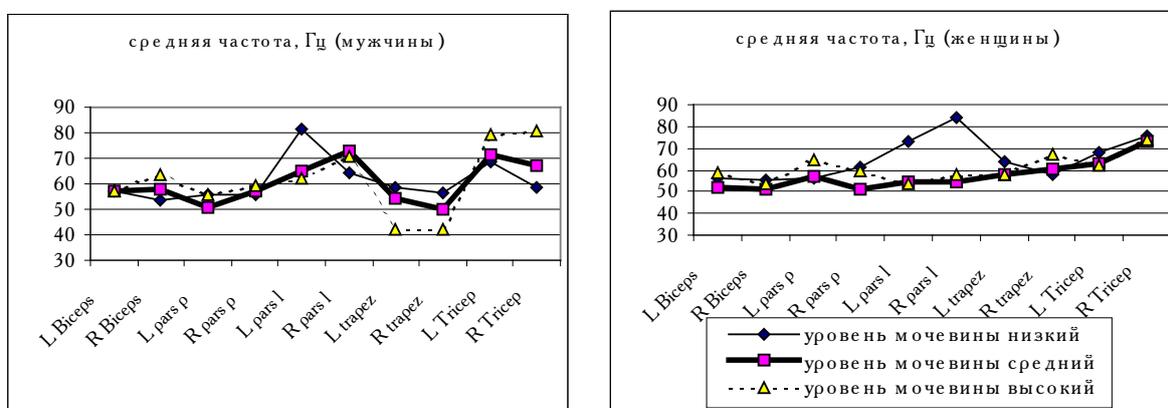


Рисунок 2 – Показатели частоты биопотенциалов наиболее электроактивных мышц в состоянии максимального произвольного напряжения у мужчин и женщин в гребле академической

При среднем уровне мочевины у мужчин амплитуда левого бицепса ниже, чем правого, у трицепсов обеих рук она находится на одном уровне, а ее величины задних и боковых пучков дельтовидной мышцы левого плеча выше, чем правого.

Таким образом, очевидно, что величина амплитуды и частоты разрядов зависит от напряжения мышц, а значит от специальной подготовленности спортсменов. Конкретные величины электроактивности мышц определяются параметрами внешнего воздействия, т. е. развиваемым усилием, на которое способны спортсмены, специализирующиеся в гребле академической. Величина развиваемого усилия, в свою очередь, тесно связана с развитием силы отдельных мышц в ходе выполнения специализированных движений, характерных для спортсменов в гребле академической.

Как показали наши исследования, с усилением катаболических процессов и развитием утомления активность мышц все больше проявляется за счет увеличения частоты биопотенциалов. При низкой активности белкового обмена у мужчин амплитудные показатели всех изучаемых мышц выше, а частотные ниже. В этих условиях у женщин, наоборот, амплитудные характеристики низкие, а частотные высокие. Вероятно, столь значимое отличие ЭМГ данных у мужчин обусловлено различной степенью подготовленности спортсменов мужской и женской команд.

Высокие частотные показатели у женщин при низкой активности катаболических процессов свидетельствуют о низкой силовой подготовленности их организма. Выход же на средние амплитудные характеристики у женщин обеспечивается максимальным приложением силовых усилий, что приводит к максимальной активации катаболических процессов, и вследствие этого – накоплению уровня мочевины у них в крови.

Выводы

1. По мере нарастания утомления у гребцов-академистов снижается биоэлектрическая активность скелетных мышц, о чем свидетельствует уменьшение амплитуды и увеличение частоты биопотенциалов с увеличением уровня мочевины в крови.

2. У мужчин при различном уровне катаболизма белков амплитудные и частотные показатели значительно выше, чем у женщин, что связано с различными силовыми возможностями, обусловленными физиологическими особенностями мужского и женского организма.

3. Меньшие показатели амплитуды и большие частоты биопотенциалов у женщин при низкой активности катаболических процессов, возможно, обусловлены недостаточной их технической и силовой подготовленностью.

4. Неодинаковое участие в движениях отдельных мышц и групп мышц, очевидно, связано с рациональным или нерациональным распределением нагрузки на различные группы мышц, а также, возможно, классом лодки (распашная, парная и т. д.), что подлежит дальнейшему изучению.

1. 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.

2. 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 мед. наук / И.И. Ящанинас. – Киев, 1983. – 33 с.

3. Коц, Я.М. Организация произвольного движения / Я.М. Коц. – М.: Наука, 1975. – 248 с.