

ОСОБЕННОСТИ АЛЛОСТАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ ГРЕБНЫХ ВИДОВ СПОРТА

Труш Д. С.¹, Кошеленко А. И.²

*Белорусский государственный университет
Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь*

Введение. Любые внутренние или внешние стрессоры (раздражители), нарушающие гомеостаз, приводят к реакции организма на стресс. Эта реакция опосредуется сложным взаимодействием нервных, эндокринных и иммунных механизмов, активирующих симпатико-адреномедуллярную ось, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и иммунную систему [1]. Концепцию стресса сформулировал Г.Селье, и долгое время эта теория использовалась для объяснения исключительно отрицательных последствий адаптационного синдрома, когда «стресс» мог привести к заболеваниям и гибели организма. Однако, стрессоры, вызывающие «эустресс» действуют противоположно – они ведут к восполнению энергии, укреплению сердечно-сосудистой системы, улучшению адаптационных возможностей организма [2, 3]. Объяснение этого феномена возможно с помощью введённого Стерлингом и Айером в 1988 году понятия «аллостаз» – способность биологической системы адаптироваться к ежедневным сложностям за счёт предупреждающих корректировок для поддержания гомеостаза, что расширяет само понятие «гомеостаз» и является компонентом интегративной физиологической регуляции [2, 1]. В случае, когда организм не справляется из-за резкой активации симпатической нервной системы при влиянии слишком сильного стресса, происходит формирование функциональных изменений в виде аллостатической нагрузки [3, 4], если же происходит достижение стабильности и формируются новые гомеостатические показатели, говорят о совершенной адаптации [3]. В научной литературе [2, 4] имеются сведения, что посредством физических нагрузок и интенсивных тренировок в мышечном компоненте опорно-двигательного аппарата (ОДА) спортсмена формируются адаптационные изменения, являющиеся проявлением аллостатических процессов. Гребные виды спорта могут рассматриваться как модель для анализа аллостатических механизмов регуляции, выявляя различия в физиологической адаптации организма при сходных условиях выполнения физической нагрузки. Хотя в этих видах спорта имеются общие черты (специфическая сила мышц для гребных движений за счёт гипертрофии мышц спины, плеч и рук, развитие навыков быстрого реагирования), также имеются и различия в специфике выполнения гребных движений. Для гребли на байдарке требуются более интенсивные усилия для поддержания скорости в воде (преимущественно на коротких дистанциях): мышцы, в первую очередь, плеч,

спины и рук, приспособляются к устойчивым динамическим нагрузкам из-за многократных повторений гребных движений. В гребле на каноэ, хоть и задействованы те же мышцы верхней части туловища, особое значение уделяется стабильности корпуса и работе ног, так как нужно поддерживать равновесие для балансирования судна в воде. Особенностью академической гребли является долговременная синхронность в движениях и идеальная координация всего тела.

Цель. Исследовать специфичность аллостатических механизмов организма на примере мышечного компонента опорно-двигательного аппарата в подготовке спортсменов гребных видов спорта (гребля на байдарках, гребля на каноэ, гребля академическая).

Методы исследования. Оценка функционального состояния мышечного компонента ОДА спортсменов гребных видов спорта проводилась в изометрическом режиме методом полидинамометрии с использованием аппарата DIERS Myoline. В исследовании регистрировались измеряемые параметры функционального состояния различных мышечных групп спортсмена при выполнении силовых тестов на полидинамометре для разных мышечных групп: туловище (сгибание/разгибание – прямая мышца (м.) живота; м., выпрямляющая позвоночник; ротация – наружные и внутренние косые мышцы (м.) живота), нижняя конечность (сгибание/разгибание – двуглавая м. бедра; четырёхглавая м. бедра; отведение/приведение – ягодичные м.; приводящие м. бедра), верхняя конечность (сведение/разведение – подлопаточная м., большая грудная м.; подостная м.; сгибание/разгибание – двуглавая м. плеча, трёхглавая м.). Результаты исследования выводились на экран в виде числовых (в Ньютонах) и процентных показателей, на основании которых формировалось заключение о функциональном состоянии мышечной составляющей спортсмена. Статистическими методами Microsoft Exel подсчитывались обобщающие параметры: суммарная сила и показатель относительной мышечной силы. После чего проводился статистический анализ по выборке спортсменов в каждом из анализируемых видов спорта. Выборки проверялись на нормальность распределения (*Shapiro-Wilk normality test*) и статистически значимую разницу между ними (*t-критерий Стьюдента*, $p \leq 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Исследование функционального состояния мышечного компонента ОДА спортсменов проводилось на базе лаборатории спортивного травматизма РНПЦ спорта. На графике результаты тестирования мышечной силы спортсменов представлены в виде средних значений + стандартное отклонение. В ходе исследования были проанализированы данные полидинамометрии 117 спортсменов-мужчин гребных видов спорта: 40 – гребля на байдарке, 40 – гребля на каноэ, 37 – гребля академическая. По результатам статистического анализа было выявлено следующее: наибольшей суммарной мышечной силой обладали спортсмены гребли академической, показатели мышечной силы прямой м. живота, м. выпрямляющей позвоночник, косых м. живота, подостной м., двухглавой м.

плеча, двух- и четырёхглавой м. бедра, ягодичных и приводящих м. бедра спортсменов данного вида спорта в сравнении с двумя другими видами гребли оказались статистически выше. При этом показатели мышечной силы трёхглавой м. плеча правой стороны тела оказались статистически ниже. Показатели мышечной силы прямой м. живота, косых м. живота (слева), подостной м. плеча (слева), двухглавых м. бедра, приводящих м. бедра спортсменов гребли на байдарке значительно выше в сравнении с показателями мышечной силы спортсменов гребли на каноэ.

На рисунке 1 представлен график изменения мышечной силы спортсменов гребных видов спорта в силовых тестах, статистически значимые различия между группами спортсменов обозначены символами * — если достоверные различия найдены в сравнении с одной выборкой, ** — если с двумя.

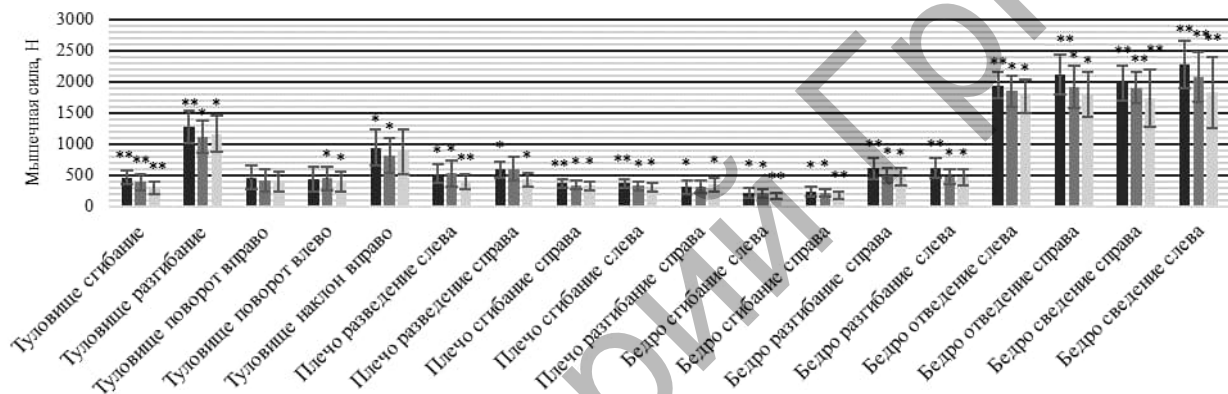


Рисунок 1 – График изменения показателей мышечной силы спортсменов гребли академической (■), гребли на байдарке (■), гребли на каноэ (■)

Выводы. Такие различия в распределении мышечной силы можно объяснить разной степенью и специфичностью адаптации организма спортсмена к повторяющимся нагрузкам, характерным для отдельных спортивных дисциплин в рамках одного вида спорта. Даже минимальные различия гребной техники отражаются на тонкой настройке и адаптации мышечного компонента ОДА спортсмена. Симметричные движения и необходимость грести спиной вперёд обуславливают более сбалансированное мышечное развитие спортсменов гребли академической. Более высокие показатели мышечной асимметрии у спортсменов гребли на байдарке и каноэ связаны с техникой однонаправленного движения одной рукой при гребле, разными видами судна и вёсел: в каноэ используются односторонние вёсла, в байдарке – двойные. Разная постановка ног в лодке обуславливает разницу в мышечной силе ног и мышечной асимметрии. Данные исследования указывают на то, что адаптационные к стрессовым нагрузкам изменения опорно-двигательного аппарата направлены на повышение эффективности работы мышечного компонента ОДА и устойчивости организма в целом к высоким по

интенсивности и глубоко специфическим нагрузкам, что является наглядным проявлением аллостатических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Physiology, Stress Reaction / B. Chu, K. Marwaha, T. Sanvictores [et al.] // StatPearls. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – 2026. PMID: 31082164.
2. The 4Rs Framework of Sports Nutrition: An Update with Recommendations to Evaluate Allostatic Load in Athletes / D. A. Bonilla, J. R. Stout, M. Gleeson [et al.] // Life (Basel). – 2025. – Vol. 15, № 6. – P. 867. doi: 10.3390/life15060867.
3. Севрюкова, Г. А. Реостаз, аллостаз и аллостатическая нагрузка: что понимается под этими терминами? / Г. А. Севрюкова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – С. 3.
4. Lu, S. The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system / S. Lu, F. Wei, G. Li // Cell Stress. – 2021. – Vol. 5, № 6. – P. 76-85.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИХ И МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫХ МАРКЕРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Умеренков Д. А., Максимов М. К., Мольдон П. А., Луговцов А. Е.,
Приезжев А. В.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Москва, Россия*

Введение. Согласно современным данным, нарушения микроциркуляции и микрореологии крови (в частности, изменения функциональных свойств эритроцитов и тромбоцитов) могут быть значимым фактором в возникновении и ухудшении течения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1-3].

Цель. Количественная оценка и корреляционный анализ микрореологических показателей крови и характеристик капиллярного кровотока у пациентов с ССЗ, а также последующее выявление диагностически значимых маркеров с применением методов машинного обучения.

Методы исследования. В исследование было включен 351 пациент с различными формами ССЗ (мерцательная аритмия, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, острая сердечная недостаточность) и 25 условно здоровых добровольцев. Забор венозной крови проводился натошак из локтевой вены в вакуумные пробирки объемом 4 мл с антикоагулянтами ЭДТА и цитратом натрия. Оценку агрегации и деформируемости эритроцитов выполняли *in vitro* методами диффузионного светорассеяния и лазерной эктацитометрии на образцах цельной крови и разбавленной эритроцитарной суспензии соответственно с использованием прибора RheoScan-AnD300 (RheoMediTech, Республика Корея). Кинетику агрегации тромбоцитов изучали по сигналу светорассеяния от клеточной суспензии на лазерном анализаторе