

К ВОПРОСУ ОБ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ РАЗРЕШЕННОЙ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СПОРТСМЕНОВ

**А.И. Нехвядович, канд. пед. наук, доцент,
Н.Г. Кручинский, д-р мед. наук, доцент,
Н.Н. Иванчикова, канд. биол. наук,
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

Аннотация.

Показано, что на фоне общепринятой в спорте высших достижений фармподдержки улучшалось, но в разной степени и индивидуально у каждого спортсмена, состояние процессов аэробного (наиболее экономичного) энергообеспечения, а также кислородтранспортной функции крови. Доказана разная эффективность оказываемой фармподдержки по общепринятой схеме без учета генетических особенностей организма каждого спортсмена (структуры мышечных волокон – преобладание быстро или медленно сокращающихся мышечных волокон, способности к окислению жировых и углеводных источников энергии, способности гемоглобина к освобождению от кислорода и т. д.).

TO THE QUESTION OF AUTHORIZED PHARMACOLOGICAL SUPPORT OF ATHLETES

Abstract.

It is demonstrated that against the adopted pharmacological support background aerobic energy supply and oxygen transporting function of blood improved to a certain extent individually. Different efficiency of the pharmacological support rendered under a generally accepted scheme without taking in account genetic peculiarities of every athletes' body (a muscle tissue structure, dominance of fast or slow-twitching fibers, oxidation capacity of fat and carbohydrate energy sources, haemoglobin capacity to release from oxygen, etc) has been proved.

Введение.

Занятие спортом высших достижений предполагает применение разрешенной фармподдержки с целью повышения общей и специальной работоспособности, обеспечения активности синтеза белка в мышцах, ускорения восстановления и профилактики перенапряжения организма после предельных физических нагрузок, ускорения процессов адаптации, стабилизации иммунитета и т. д. [1–7]. Учитывая, что при высоконапряженной мышечной и психоэмоциональной спортивной деятельности в организме атлетов происходит последовательное повреждение клеточных структур, истощение антиоксидантной системы, повреждение биомембран, появление энергодефицитных состояний, при разработке схем терапевтической коррекции нарушений функционального состояния целесообразно учитывать их морфофункциональные и генетические особенности организма [8–10]. Следовательно, на сегодняшний день становится очевидным, что одним из путей повышения эффективности и безопасности применения фармакологических средств в спорте является внедрение в практику технологий персонализированной (персонифицированной) медицины. В основе этих технологий лежит индивидуальный подход к выбору фармакологических средств и их режима дозирования с учетом факторов, влияющих на фармакологический ответ, которые имеются у конкретного спортсмена [7].

Известно, что индивидуальный фармакологический ответ зависит от множества факторов (пол, возраст, сопутствующие заболевания, совместно применяемые фармпрепараты, характер питания, вредные привычки и т. д.). Однако 50 % неблагоприятных фармакологических ответов (развитие нежелательных лекарственных реакций или недостаточная эффективность) зависят от генетических особенностей индивида, так как геном оказывает самое непосредственное влияние на восприятие различного рода физических нагрузок и метаболические процессы, происходящие на их фоне. Именно поэтому спортивная фармакогенетика предоставляет возможность индивидуализации выбора фармпрепаратов и их режимов дозирования на основании изучения генотипа конкретного спортсмена [11].

По данным Ахметова И.И., индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств во многом обусловлены именно ДНК-полиморфизмами [9, 10]. При этом существуют также полиморфизмы, способные повлиять на степень экспрессии генов, активность функциональных продуктов (белков, РНК) и структуры белков. Например, проанализировав SNP-полиморфизмы, можно определить, какие из видов нагрузки будут наиболее эффективно восприниматься организмом человека, каким образом будет меняться метаболизм, что является важным для возможности разработки индивидуальной программы подготовки конкретного спортсмена.

Немаловажно также иметь возможность оценить риски развития негативных последствий при занятиях профессиональным спортом. Повышение уровня глюкозы в крови, увеличение артериального давления или повышение холестерина в итоге приводит к увеличению риска заболеваний сердечно-сосудистой системы и нарушению обмена веществ, что особенно актуально для спортсменов, так как запредельные физические и психические нагрузки в сочетании с генетическими особенностями могут сыграть роковую роль. На основе ряда полиморфизма генов, ассоциированных с различными реакциями на разные типы продуктов, можно подобрать индивидуальную диету для спортсмена, сбалансированный индивидуальный комплекс витаминов [8]. Кроме того, с применением индивидуального подхода к спортсмену (подбор лекарственных

средств и режима дозирования с учетом генетической конституции атлета с целью повышения эффективности лечебного воздействия и профилактики побочных эффектов на лекарственные средства) возможно лечение у спортсменов различного рода заболеваний, травм, нарушений функций организма [8–11].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось обоснование необходимости индивидуализированного подхода к выбору фармпрепаратов и их режимов дозирования путем определения общих закономерностей и индивидуальных особенностей реакции организма спортсменов на стандартную нагрузку на фоне оказываемой фармподдержки, разрешенной и общепринятой в спорте высших достижений [5].

Организация и методы исследований.

Под наблюдением находились 27 гребцов-академистов (10 мужчин и 17 женщин в возрасте 16–22 лет) на общем этапе подготовительного периода в условиях приема адаптогенов, аминокислот с разветвленной цепью, витаминно-минеральных препаратов, антиоксидантов, Гинкго-билоба (танакан) по общепринятой схеме фармобеспечения [5]. Проводился анализ морфофункционального статуса и физической работоспособности спортсменов.

Тестирование специальной физической работоспособности (ОФР) гребцов-академистов проводилось на гребном тренажере Концепт-II дважды (1-е обследование в начале и 2-е – по окончании общего этапа подготовительного периода). Мощность нагрузки на первой ступени задания составляла 75 % от соревновательной на тренажере с последующим увеличением на каждой ступени на 5 %, достигая максимальной (100 %) на шестой ступени. На каждой ступени задания осуществляли забор капиллярной крови для определения содержания лактата. Выбор тестирования был обусловлен спецификой его воздействия на деятельность основных мышечных групп, органов дыхания и кровообращения, а также процессов энергообеспечения мышечной деятельности спортсменов. Известно, что субмаксимальные нагрузки (скорости) обладают достаточной информативностью для того, чтобы увеличить концентрацию лактата в крови и вызывать максимальную активацию физиологических механизмов, регулирующих аэробный и анаэробный обмен. На основании зависимости «работа – лактат» и «работа – ЧСС» автоматизированным способом определялась мощность нагрузки и частота сердечных сокращений в различных зонах энергообеспечения: на уровне аэробного порога (АП), анаэробного порога (АнП), смешанного аэробно-анаэробного метаболизма (PWC₁₇₀), максимального потребления кислорода (МПК), гликолитической мощности (ГлМ) и проводилась оценка метаболических возможностей организма спортсменов [12]. Перед началом тестирования проводился забор капиллярной крови для определения 26 показателей состава и функций крови. Анализ результатов исследования проводился с учетом половой принадлежности спортсменов.

Результаты исследований и их обсуждение.

Результаты исследований представлены в таблицах 1–3.

В целом по группе обследованных гребцов-академистов обнаружено ряд общих закономерностей и индивидуальных особенностей в изменении показателей эритроцитарного и лейкоцитарного звена в покое, а также активности процессов аэробного и анаэробного энергообеспечения и физической работоспособности спортсменов при их тестировании до и после курса фармакологической помощи по общепринятой схеме.

Таблица 1 – Динамика показателей метаболического статуса и специальной физической работоспособности гребцов-академистов до (1-е обследование) и после завершения (2-е обследование) общепринятой схемы фармообеспечения (мужчины, n=10)

| Изучаемые показатели | 1-е обследование | | 2-е обследование | | t | P |
|---|------------------|--------|------------------|---------|--------|--------|
| | X | σ | X | σ | | |
| Показатели эритроцитарного звена | | | | | | |
| RBC, $\times 10^{12}/l$ | 5,61 | 0,35 | 5,49 | 0,25 | 1,76 | 0,11 |
| HGB, g/l | 162,90* | 8,43* | 159,10* | 5,85* | 2,36* | 0,04* |
| HCT, % | 47,48 | 1,97 | 46,81 | 1,45 | 1,46 | 0,18 |
| MCV, fl | 84,81 | 2,33 | 85,26 | 2,23 | -1,46 | 0,18 |
| MCH, pg | 29,07 | 0,65 | 28,97 | 0,57 | 1,46 | 0,18 |
| MCHC, g/dl | 34,30* | 0,60* | 33,98* | 0,65* | 3,04* | 0,01* |
| RDW-SD, fl | 40,24* | 2,36* | 41,20* | 3,09* | -3,09* | 0,006* |
| RDW-CV, fl | 13,15* | 0,87* | 13,38* | 1,02* | -2,53* | 0,022* |
| RET, % | 0,49 | 0,08 | 0,51 | 0,11 | -0,46 | 0,66 |
| RET, $\times 10^{12}/l$ | 0,0277 | 0,005 | 0,0277 | 0,005 | -0,01 | 0,99 |
| IRF1 | 2,39 | 1,45 | 2,89 | 1,40 | -1,16 | 0,28 |
| LFR, % | 97,61 | 1,45 | 97,08 | 1,43 | 1,25 | 0,24 |
| LFR, % | 1,68 | 1,32 | 2,41 | 1,27 | -2,02 | 0,07 |
| HFR, % | 0,45 | 0,47 | 0,48 | 0,64 | -0,13 | 0,90 |
| Показатели лейкоцитарного звена | | | | | | |
| WBC, $\times 10^9/l$ | 6,84 | 1,25 | 6,93 | 1,61 | -0,27 | 0,79 |
| MPV, fl | 11,07 | 0,87 | 10,83 | 0,86 | 1,19 | 0,26 |
| PLT, $\times 10^9/l$ | 192,50 | 42,25 | 210,80 | 44,20 | -1,89 | 0,09 |
| NEUT, % | 44,50 | 10,46 | 43,15 | 7,38 | 0,57 | 0,58 |
| LYMPH, % | 40,70 | 9,93 | 42,37 | 6,60 | -0,71 | 0,49 |
| MONO, % | 11,72 | 2,45 | 11,04 | 1,62 | 0,96 | 0,36 |
| Показатели лактата, ЧСС и физической работоспособности | | | | | | |
| La, моль/л, 1 степень | 2,98 | 0,56 | 3,25 | 0,58 | -1,32 | 0,22 |
| La, моль/л, 6 степень | 12,15* | 3,25* | 9,54* | 2,08* | 3,59* | 0,005* |
| ЧСС, уд/мин, 1 степень | 139,80 | 7,39 | 133,90 | 7,43 | 1,64 | 0,14 |
| ЧСС, уд/мин, 2 степень | 153,80* | 5,67* | 144,50* | 8,53* | 2,70* | 0,02* |
| ЧСС, уд/мин, 3 степень | 167,90* | 5,34* | 158,10* | 10,01* | 3,60* | 0,005* |
| ЧСС, уд/мин, 4 степень | 178,60* | 5,95* | 170,20* | 10,66* | 4,03* | 0,002* |
| ЧСС, уд/мин, 5 степень | 187,30* | 6,22* | 178,70* | 10,023* | 4,47* | 0,001* |
| ЧСС, уд/мин, 6 степень | 193,00* | 6,31* | 185,30* | 9,32* | 4,26* | 0,002* |
| Мощность нагрузки, Вт, 1 степень | 140,80 | 1,69 | 141,50 | 1,35 | -1,91 | 0,09 |
| Мощность нагрузки, Вт, 5 степень | 301,20 | 2,15 | 301,70 | 2,16 | -0,75 | 0,48 |
| Мощность нагрузки, Вт, 6 степень | 338,30 | 12,27 | 340,90 | 1,86 | -1,20 | 0,26 |
| Мощность нагрузки (Вт) на уровне ПАНО | 227,00 | 10,75 | 243,60 | 9,87 | -1,50 | 0,17 |
| Мощность нагрузки (Вт) в зоне МПК | 291,75* | 22,77* | 313,50* | 16,33* | -2,75* | 0,028* |
| ЧСС на уровне ПАНО | 169,20 | 3,78 | 164,70 | 4,13 | 1,16 | 0,28 |
| ЧСС на уровне МПК | 184,56 | 7,92 | 180,25 | 3,98 | 1,58 | 0,16 |
| Примечание – * Достоверные различия показателей после курса приема препарата по отношению к исходному состоянию, P<0,05 | | | | | | |

Как проиллюстрировано в таблице 1, у мужчин при первом обследовании (до приема фармпрепаратов по общепринятой схеме) выявлены высокие в среднем по группе показатели концентрации гемоглобина в крови ($162,90 \pm 8,43$ д/л), гематокрита ($47,48$ %). В то же время показатели среднего объема эритроцитов (норма $80,0$ – $97,0$ фл), среднего содержания (норма $26,5$ – $33,5$ пг) и средней концентрации гемоглобина в эритроците (норма $31,5$ – $38,0$ г/дл), наоборот, чаще соответствовали нижней границе. Наблюдалось близкое к предельно допустимому снижение содержание нейтрофилов (до $44,50 \pm 10,46$ %) и повышение содержания лимфоцитов (до $40,70 \pm 9,93$ %), что соответствовало повышенной реакции белой крови по Гаркави.

Результаты повторного обследования мужчин свидетельствовали о том, что выполнение тренировок на фоне общепринятой фармподдержки сопровождалось как благоприятными, так и неблагоприятными сдвигами состава красной крови, связанными с ее кислородобеспечивающей функцией.

Некоторое снижение числа эритроцитов от $5,61 \pm 0,35$ до $5,49 \pm 0,25 \times 10^{12}$ /л, гематокрита (от $47,48 \pm 1,97$ до $46,81 \pm 1,45$ %) и концентрации гемоглобина (от $162,90 \pm 8,43$ до $159,10 \pm 5,85$ г/л) явились благоприятным фактором для реологии крови, однако снижало кислородную (буферную) емкость крови и вызывало уменьшение среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в одном эритроците (от $29,07 \pm 0,65$ до $28,97 \pm 0,57$ пг и от $34,30 \pm 0,60$ до $33,98 \pm 0,65$ г/дл соответственно). Наблюдаемое при повторном обследовании, незначительное увеличение объема эритроцитов (MCV) от $84,81 \pm 2,33$ до $85,26 \pm 2,23$ ф/л можно считать положительным, так как повышение объема эритроцитов – один из факторов увеличения общего объема крови. Однако, при норме данного показателя в пределах $80,0$ – $97,0$ ф/л, его изменение в пределах нижней границы нормы вряд ли имело существенное значение. Положительно расценивается повышение показателей изменения формы (RDW-SD) и объема эритроцитов (RDW-SV от $39,36 \pm 2,36$ до $39,93 \pm 3,09$ и от $13,01 \pm 0,87$ до $13,27 \pm 1,02$ ф/л, ибо повышение способности к изменению формы обеспечивает лучшую проходимость эритроцитов по периферическим (более мелким) сосудам. В целом все эти изменения указывают на то, что адаптация к тренировочным нагрузкам у обследованных гребцов-академистов проходила по пути улучшения реологии крови [13, 14].

В этих условиях повышались показатели ретикулоцитарного компонента. Незначительно увеличивалось общее содержание ретикулоцитов (RET) от $0,49 \pm 0,08$ до $0,51 \pm 0,11$ % на фоне примерно одного и того же абсолютного числа ретикулоцитов в пределах $0,0277 \pm 0,005$ и $0,0277 \pm 0,005 \times 10^{12}$ /л при 1 и 2 обследованиях соответственно. Содержание зрелых ретикулоцитов (LFR) находилось в пределах средней границы нормы и соответствовало $97,61 \pm 1,45$ – $97,08 \pm 1,43$ % при 1 и 2 обследованиях. Субпопуляции их молодых (MFR) и юных форм (HFR) повышались от $1,68 \pm 1,32$ до $2,41 \pm 1,27$ и от $0,45 \pm 0,47$ до $0,48 \pm 0,64$ % соответственно при первом и втором обследованиях. Повышение содержания молодых и юных ретикулоцитов являлось следствием некоторой активации регенеративной функции костного мозга и соответственно процессов эритропоэза [13].

Изменения в составе лейкоцитарной формулы в основном были связаны с улучшением защитной функции крови. Фиксировалось незначительное повышение числа лейкоцитов (WBC), лимфоцитов, эозинофилов и снижение нейтрофилов, моноцитов и объема тромбоцитов (MPV) на фоне некоторого повышения общего числа тромбоцитов (PLT).

На фоне улучшения кислородтранспортной функции крови выявлялись положительные изменения метаболического статуса и физической работоспособности гребцов-академистов. При первом тестировании (до начала фармподдержки) содержание лактата в крови спортсменов на ступенях задания возрастало от $2,98 \pm 0,56$ (1 ступень)

до $12,15 \pm 3,23$ ммоль/л (6 ступень). При обследовании, проведенном после завершения курса фармподдержки, повышение уровня лактата на ступенях задания было достоверно меньшим и на пике нагрузки достигало $9,54 \pm 2,08$ ммоль/л. Были также ниже показатели ЧСС и на пике нагрузки составляли $185,30 \pm 9,32$ по сравнению с $193,00 \pm 6,31$ уд/мин при завершении нагрузки при первом обследовании, то есть, на фоне фармподдержки отмечалось достоверно меньшее накопление лактата в крови и меньшие показатели ЧСС. Меньшее накопление лактата при выполнении нагрузки большей мощности может быть обусловлено повышением транспорта кислорода, увеличении скорости процессов окисления, уменьшении скорости образования лактата, возрастании скорости устранения лактата из крови при мышечной нагрузке, уменьшении выброса катехоламинов. В целом это способствовало улучшению деятельности, повышению ее экономичности, что и сопровождалось уменьшением ЧСС на ступенях задания и в различных зонах интенсивности нагрузки.

Последнее заключение подтверждается показателями физической работоспособности спортсменов в различных зонах интенсивности энергообеспечения. Например, показатели анаэробного порога (АнП), характеризующие состояние общей подготовленности, возросли от $227,00 \pm 10,75$ (1 обследование) до $243,60 \pm 9,87$ Вт (2 обследование). В этих условиях уровень анаэробной (специальной) физической работоспособности по показателям мощности нагрузки на уровне МПК увеличился от $291,75 \pm 22,77$ (1 обследование) до $313,50 \pm 16,33$ Вт (2 обследование). При этом на фоне повышения мощности выполняемой нагрузки при втором обследовании показатели ЧСС в различных зонах энергообеспечения уменьшились. Например, на уровне АнП ЧСС при первом обследовании составляла $169,20 \pm 3,78$, а при втором – $164,70 \pm 4,13$ уд/мин. На уровне МПК ЧСС снизилась от $187,33 \pm 2,49$ до $182,20 \pm 4,48$ уд/мин.

У женщин под влиянием тренировочных нагрузок на фоне общепринятой фармподдержки были также отмечены достоверные изменения лишь некоторых показателей эритроцитарного звена: MCHC, RDW–SD и RDW–CV (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика показателей метаболического статуса и специальной физической работоспособности гребцов-академистов до (1-е обследование) и после завершения общепринятой схемы фармообеспечения (2-е обследование) (женщины, n=17)

| Изучаемые показатели | 1-е обследование | | 2-е обследование | | t | P |
|----------------------------------|------------------|--------|------------------|--------|--------|--------|
| RBC | 4,80 | 0,22 | 4,77 | 0,17 | 1,01 | 0,33 |
| HGB, g/l | 138,76 | 8,88 | 138 | 6,97 | 1,34 | 0,20 |
| HCT, % | 41,23 | 2,39 | 41,32 | 1,80 | 1,01 | 0,33 |
| MCV | 85,98 | 2,77 | 86,71 | 2,87 | 0,88 | 0,39 |
| MCH | 28,94 | 1,23 | 28,97 | 1,22 | 1,00 | 0,33 |
| MCHC, g/dl | 33,64* | 0,84* | 33,40* | 0,89* | 2,46* | 0,02* |
| RDW–SD, fl | 40,24* | 2,36* | 41,20* | 3,09* | -3,09* | 0,006* |
| RDW–CV, fl | 13,15* | 0,87* | 13,38* | 1,02* | -2,53* | 0,022* |
| La, моль/л, 1 ступень | 3,17 | 0,80 | 3,49 | 0,73 | -1,14 | 0,27 |
| La, моль/л, 2 ступень | 2,61 | 0,84 | 2,87 | 0,51 | -1,08 | 0,30 |
| La, моль/л, 3 ступень | 2,71* | 0,60* | 3,44* | 0,99* | -2,18* | 0,04* |
| La, моль/л, 6 ступень | 11,77 | 1,54 | 12,89 | 1,84 | -1,92 | 0,07 |
| ЧСС, уд/мин, 1 ступень | 142,56 | 17,66 | 141,81 | 13,86 | 0,20 | 0,84 |
| ЧСС, уд/мин, 6 ступень | 195,94 | 9,79 | 194,44 | 8,69 | 0,75 | 0,46 |
| Мощность нагрузки, Вт, 1 ступень | 114,50 | 9,91 | 117,69 | 11,47 | -1,67 | 0,12 |
| Мощность нагрузки, Вт, 6 ступень | 243,06* | 20,81* | 251,06* | 22,93* | -2,51* | 0,02* |

Окончание таблицы

| Изучаемые показатели | 1-е обследование | | 2-е обследование | | t | P |
|---|------------------|--------|------------------|--------|-------|-------|
| | | | | | | |
| Мощность нагрузки, Вт, АНП (La 4,0) | 173,18 | 17,88 | 171,29 | 22,30 | 0,33 | 0,74 |
| Мощность нагрузки, Вт, МПК (La 8,0) | 215,50 | 17,88 | 216,06 | 25,19 | -0,11 | 0,92 |
| ЧСС в зоне АНП (La 4,0) | 175,58* | 10,85* | 170,58* | 11,88* | 2,39* | 0,02* |
| ЧСС в зоне PWC 170 (La 6,0) | 184,75* | 10,37* | 179,81* | 11,07* | 2,44* | 0,02* |
| ЧСС в зоне МПК (La 8,0) | 189,44 | 10,07 | 185,88 | 9,60 | 2,03 | 0,06 |
| Примечание – * Достоверные различия показателей после курса приема препарата по отношению к исходному состоянию, P<0,05 | | | | | | |

Кроме того, у женщин на фоне получаемой фармакологической поддержки в отличие от мужчин содержание лактата на ступенях задания и на его пике не снижалось, а, наоборот, возрастало и на уровне МПК составляло $12,89 \pm 1,84$ по отношению к $11,80 \pm 1,54$ ммоль/л, достигнутом при первом тестировании. Показатели ЧСС при втором тестировании ($194,44 \pm 8,69$) достоверно не отличались от полученных ранее в ходе фонового обследования ($195,53 \pm 9,79$ уд/мин). При этом не выявлялось повышения показателей физической работоспособности на уровне анаэробного порога и МПК. Полученные данные позволяют полагать на низкую эффективность у женщин получаемой на общем этапе подготовительного периода фармакологической поддержки.

Недостаточную эффективность фармакологической поддержки, назначаемой по общепринятой на общем этапе подготовительного периода схеме, подтверждают и индивидуальные данные, представленные на примере двух мужчин и трех женщин (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика индивидуальных показателей метаболического статуса и специальной физической работоспособности гребцов-академистов до (1) и после (2) общепринятой схемы фармобеспечения

| Спортсмены | Мужчины | | | | Женщины | | | | | |
|---|---------|---------------|--------|---------------|---------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| | №1 | | №2 | | №3 | | №4 | | №5 | |
| Обследование | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Показатели морфологического состава крови | | | | | | | | | | |
| RBC, $\times 10^{12}/l$ | 5,34 | 5,19 | 5,56 | 5,50 | 5,23 | 5,01 | 4,43 | 4,93 | 4,83 | 4,81 |
| HGB, g/l | 157,00 | 151,00 | 159,00 | 158,00 | 159,00 | 141,00 | 130,00 | 152,00 | 138,00 | 142,00 |
| HCT, % | 45,80 | 45,10 | 47,90 | 47,10 | 44,90 | 42,40 | 36,80 | 44,80 | 42,50 | 40,00 |
| MCV, fl | 85,80 | 86,90 | 86,20 | 85,60 | 85,90 | 84,60 | 83,10 | 90,90 | 88,00 | 83,20 |
| MCH, pg | 29,40 | 29,10 | 28,60 | 28,70 | 30,40 | 28,10 | 29,30 | 30,80 | 28,60 | 29,50 |
| MCHC, g/dl | 34,30 | 33,50 | 33,20 | 33,50 | 35,40 | 33,30 | 35,30 | 33,90 | 32,50 | 35,50 |
| RDW-SD), fl | 39,70 | 40,50 | 39,50 | 40,50 | 0,41 | 0,70 | 0,63 | 0,71 | 0,50 | 0,75 |
| RDW-CV, fl | 13,00 | 13,10 | 12,80 | 13,30 | 12,4 | 12,60 | 12,5 | 13,60 | 12,9 | 12,80 |
| RET, % | 0,52 | 0,57 | 0,59 | 0,46 | 0,41 | 0,70 | 0,63 | 0,71 | 0,50 | 0,75 |
| RET, $\times 10^{12}/l$ | 0,0280 | 0,0296 | 0,0330 | 0,0253 | 0,0214 | 0,0361 | 0,0279 | 0,0350 | 0,0242 | 0,0361 |
| IRF | 4,5 | 4,10 | 3,10 | 5,00 | 2,20 | 2,00 | 4,40 | 2,60 | 4,60 | 3,20 |
| LFR, % | 95,50 | 95,60 | 96,90 | 95,00 | 97,80 | 98,00 | 95,60 | 97,40 | 95,40 | 96,80 |
| MFR, % | 3,60 | 4,10 | 3,10 | 4,00 | 1,10 | 1,30 | 2,90 | 2,60 | 3,70 | 1,90 |
| HFR, % | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,10 | 0,70 | 1,50 | 0,00 | 0,90 | 1,30 |
| WBC, $\times 10^9/l$ | 5,61 | 5,05 | 8,44 | 8,11 | 6,26 | 7,93 | 6,34 | 6,46 | 5,66 | 8,35 |
| PLT, $\times 10^9/l$ | 222,00 | 280,00 | 129,00 | 131,00 | 205,00 | 192,00 | 99,00 | 168,00 | 110,00 | 197,00 |
| NEUT, % | 42,1 | 47,30 | 46,00 | 41,90 | 35,60 | 58,30 | 47,50 | 48,90 | 41,80 | 44,70 |
| LYMPH, % | 43,30 | 39,00 | 40,90 | 41,70 | 48,90 | 29,30 | 36,00 | 36,70 | 41,90 | 40,00 |
| MONO, $\times 10^9/l$ | 11,80 | 11,10 | 10,7 | 14,10 | 12,90 | 10,70 | 12,30 | 11,80 | 13,30 | 10,60 |

| Спортсмены | | Мужчины | | | | Женщины | | | | | |
|--|-----------|---------|-------------|-------|--------------|---------|--------------|------|--------------|-------|------------|
| | | №1 | | №2 | | №3 | | №4 | | №5 | |
| Обследование | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Показатели лактата, ЧСС и физической работоспособности | | | | | | | | | | | |
| Лактат, ммоль/л | 1 ступень | 3,06 | 2,69 | 3,80 | 3,00 | 4,63 | 3,34 | 4,82 | 3,25 | 2,90 | 2,85 |
| | 6 ступень | 7,88 | 8,57 | 17,78 | 11,06 | 11,36 | 14,75 | 9,12 | 14,74 | 13,51 | 11,07 |
| ЧСС, уд/мин | 1 ступень | 136 | 146 | 143 | 126 | 149 | 155 | 149 | 157 | 135 | 155 |
| | 6 ступень | 197 | 197 | 186 | 179 | 194 | 202 | 200 | 208 | 190 | 207 |
| | ПАНО | 173 | 178 | 156 | 147 | 174 | 186 | 172 | 187 | 165 | 183 |
| | МПК | 190 | 196 | 166 | 166 | 186 | 196 | 186 | 202 | 182 | 199 |
| Мощность нагрузки, Вт | 1 ступень | 142 | 143 | 144 | 143 | 124 | 116 | 116 | 108 | 105 | 112 |
| | 6 ступень | 340 | 344 | 346 | 347 | 244 | 245 | 247 | 232 | 223 | 243 |
| | ПАНО | 230 | 255 | 190 | 230 | 180 | 182 | 152 | 160 | 173 | 159 |
| | МПК | 295 | 337 | 253 | 310 | 217 | 224 | 190 | 200 | 207 | 201 |
| Примечание – Жирным шрифтом отмечены данные второго обследования, т. е. после завершения курса фармподдержки | | | | | | | | | | | |

Так, из пяти представленных спортсменов только у двух женщин № 4 и № 5 на фоне фармподдержки отмечалось повышение концентрации гемоглобина в крови, у одной (№ 4) – гематокрита как показателя повышения кислородной (буферной) емкости крови, а также у № 4 – среднего объема эритроцитов, что способствует усилению кровотока, а следовательно, улучшению кислородтранспортной функции крови. У других спортсменов, как и в целом по группе обследованных, отмечалось снижение данных показателей на фоне фармподдержки.

Несмотря на низкие при первом обследовании показателей общего содержания ретикулоцитов (норма 0,20–2,0 %) в ряде случаев (1-й и 2-й спортсмен) после завершения курса фармподдержки наблюдалось еще большее их снижение. При этом отмечаемое у спортсменов увеличение поступления в кровоток функционально неполноценных эритроцитарных клеток (молодых и юных ретикулоцитов) по увеличению показателя IRF свидетельствует об уменьшении запасов артериального кислорода и может способствовать прогрессированию анемических явлений [13]. Следовательно, проведение фармподдержки по общепринятой схеме на общем этапе подготовительного периода у ряда спортсменов сопровождалось нарастанием дефицита артериального кислорода.

За исключением спортсмена № 2, при повторном тестировании у представленных лиц наблюдалось повышение ЧСС на ступенях задания, а также ЧСС и физической работоспособности – на уровне ПАНО и МПК. В ряде случаев улучшение показателей физической работоспособности обеспечивалось большей активацией процессов анаэробного гликолиза на фоне повышенной нагрузки на ССС (повышение ЧСС на примере спортсменок № 3 и № 4). Данное обстоятельство позволяло полагать, что у ряда лиц после курса фармподдержки отмечалось снижение аэробной выносливости и уменьшение экономичности работы сердечно-сосудистой системы.

Следовательно, обследованные спортсмены отличались функциональными возможностями и уровнем физической работоспособности. Одни изначально отличались высокими аэробными возможностями. Накопление лактата в крови у них происходило в меньшей степени, отмечалась меньшая вязкость крови, что способствовало улучшению деятельности сердечной мышцы, лучшей проходимости крови по микрососудам, а значит лучшей доставке кислорода на периферию (к работающим нижним и верхним конечностям, органам и тканям, связанным с мышечной деятельностью). Другие спортсмены характеризовались недостаточным развитием аэробных механизмов энергообеспечения, что

отражалось в быстром и чрезмерно высоком накоплении лактата в крови. У отдельных лиц недостаточное развитие аэробной выносливости усугублялось высокой вязкостью крови, что проявлялось в ухудшении ее реологических свойств, затрудняло работу сердечной мышцы и снижало обеспечение кислородом работающих мышц, органов и тканей и выведение из организма токсических веществ, образующихся в результате энергообменных процессов. Снижение возможностей транспорта кислорода, увеличение скорости образования лактата, снижение скорости процессов окисления и скорости устранения лактата из крови при мышечной нагрузке не способствовало проявлению должного уровня физической подготовленности в ходе тестирования.

Вместе с тем на фоне применения фармподдержки состояние процессов аэробного (наиболее экономичного) энергообеспечения, а также кислородтранспортной функции крови в целом по группе спортсменов улучшалось, но в разной степени, индивидуально для каждого из них. На этом основании можно судить о разной степени эффективности оказываемой фармподдержки спортсменов по общепринятой схеме.

На наш взгляд, повышению эффективности фармподдержки может способствовать ее проведение на основе учета особенностей организма каждого спортсмена, генетически обусловленных (структуры мышечных волокон – преобладание быстро или медленно сокращающихся мышечных волокон, способности к окислению жировых и углеводных источников энергии, способности гемоглобина к освобождению от кислорода и т. д.).

Таким образом, полученные результаты показали, что у обследованных гребцов-академистов под влиянием тренировки общего этапа подготовительного периода на фоне общепринятой схемы фармакологического обеспечения показатели специальной выносливости повышались. В ряде случаев повышение физической работоспособности обеспечивалось за счет повышения аэробных возможностей и в значительной мере благодаря улучшению реологии крови. Об улучшении реологии крови можно судить по снижению числа эритроцитов, гематокрита и концентрации гемоглобина. На этом фоне увеличение объема эритроцитов, очевидно за счет их набухания под влиянием гемолиза (перераспределения жидкости из внутрисосудистого русла в красные клетки) способствовало усилению кровотока. При этом снижение артериального кислорода, очевидно, являлось пусковым механизмом и для активации регенеративной способности костного мозга, что у ряда спортсменов сопровождалось повышением абсолютного и относительного числа ретикулоцитов в основном за счет молодых, а в ряде случаев и юных их форм. Этим процессам сопутствовало снижение числа эритроцитов, гематокрита, концентрации гемоглобина в крови, обусловленных уменьшением вязкости крови, что, однако, не отражалось отрицательно на среднем содержании и средней концентрации гемоглобина в эритроците (обеспеченности эритроцитов кислородом). Наиболее это проявилось на примере спортсменов № 2 и № 5.

Редко выявлялось повышение числа эритроцитов и гематокрита, а также снижение объема эритроцитов и активности регенеративной способности костного мозга, т. е. повышение физической работоспособности и адаптационных изменений, обусловленных повышением кислородной емкости крови через эффект повышения вязкости крови.

В связи с неоднозначным воздействием общепринятой фармподдержки на функциональное состояние и физическую работоспособность у спортсменов, очевидным является необходимость проведения индивидуализации фармакологического обеспечения спортсменов. Наиболее перспективным и востребованным направлением исследований по этой проблеме может быть определение генетических особенностей организма спортсменов, так как геном оказывает самое непосредственное влияние на восприятие различного рода физических нагрузок и метаболические процессы, происходящие на их фоне. На сегодняшний день известно, что одни и те же гены у разных

людей работают по-разному, то есть количество продукта гена может быть больше или меньше в зависимости от строения регуляторных областей гена. Особый интерес для научно обоснованной индивидуализации фармподдержки в спорте представляет изучение особенностей реакции организма спортсменов на применяемую фармподдержку, а также определение генов, белковые продукты которых (структурные белки, ферменты, гормоны, рецепторы) могут прямо или косвенно участвовать в развитии двигательной функции.

Выводы.

1. Под влиянием тренировки общего этапа подготовительного периода на фоне общепринятой схемы фармакологического обеспечения показатели общей выносливости повышались. У многих спортсменов улучшалось состояние процессов аэробного (наиболее экономичного) энергообеспечения, а также кислородтранспортной функции крови, но в разной степени индивидуально для каждого из них.

2. У отдельных спортсменов выполнение тренировочной программы общего этапа подготовительного периода сопровождалось на фоне оказываемой разрешенной фармподдержки ухудшением кислородтранспортной функции крови, повышением нагрузки на ССС и ухудшением физической работоспособности на уровне ПАНО и МПК.

3. Недостаточная эффективность оказываемой фармподдержки может быть обусловлена ее проведением без учета генетических особенностей организма каждого спортсмена (структуры мышечных волокон – преобладание быстро или медленно сокращающихся мышечных волокон, способности к окислению жировых и углеводных источников энергии, способности гемоглобина к освобождению от кислорода и т. д.).

4. При оказании фармакологической помощи спортсменам целесообразно учитывать особенности полиморфизма генов, участвующих в метаболических процессах, что будет способствовать разработке подходов индивидуализации фармакологической поддержки и повышению ее эффективности.

Список использованных источников

1. Арансон, М.В. БАД в спортивном питании – современный подход / М.В. Арансон, С.Н. Португалов // Медицина для спорта: материалы 1 Всерос. конгр. (с международным участием), Москва, 19–20 сент. 2011 г. – М., 2011. – С. 15–20.
2. Биологически активные вещества и специализированные добавки в спорте / С.Н. Португалов [и др.]. – М.: Издательство ВНИИФК, 2002. – 43 с.
3. Лекарства и БАД в спорте / Р.Д. Сейфулла [и др.]. – М.: Литте, 2003. – 320 с.
4. The significance of free radicals and antioxidants due to the load induced by sport activity / V. Holocek [et al] // Cesk Fysiol. – 2004. – 53 (2). – P. 76–79.
5. Кулиненко, О.С. Фармакологическая помощь спортсмену / О.С. Кулиненко. – М.: Советский спорт, 2007. – 240 с.
6. Шустов, Е.Б. Анализ фармакологических подходов к повышению физической работоспособности спортсменов / Е.Б. Шустов // Медицина для спорта: материалы 1 Всероссийского конгресса (с международным участием), Москва, 19–20 сент. 2011 г. – М., 2011. – С. 531–534.
7. Мирзоев, О.М. Восстановительные средства в системе подготовки спортсменов / О.М. Мирзоев. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – 220 с.
8. Использование методов современной ДНК-диагностики для успешной индивидуальной подготовки спортсменов / Д.А. Квон, А.А. Абрамов, Т.А. Яшин // Медицина для спорта: материалы 1 Всероссийского конгресса (с международным участием), Москва, 19–20 сент. 2011 г. – М., 2011. – С. 194–196.

9. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.

10. Ахметов, И.И. Применение ДНК-технологий для повышения эффективности фармакологического обеспечения процесса подготовки спортсменов: метод. рекомендации / И.И. Ахметов, А.Г. Тоневицкий. – М.: Изд-во ВНИИФК, 2008. – 40 с.

11. Клиническая фармакогенетика: учеб. пособие / Д.А. Сычев [и др.]; под ред. В.Г. Кукеса и Н.П. Бочкова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 248 с.

12. Нехвядович, А.И. Автоматизированная система «БИОХИМ-ЭКСПЕРТ» как унифицированный метод биохимической оценки физической и функциональной подготовленности спортсменов / А.И. Нехвядович // Научные труды НИИ физической культуры и спорта. – Минск, 2008. – Вып. 8. – С. 138–146.

13. Викулов, А.Д. Реологические свойства крови и функциональное состояние сосудистого эндотелия у спортсменов высокой квалификации / А.Д. Викулов, А. Баранов, С. Багракова // Физиология мышечной деятельности: тез. докл. Международ. конф. – М.: 2000. – С. 40–41.

14. Мельников, А.А. Возрастной состав эритроцитов и реологические свойства крови у спортсменов / А.А. Мельников, А.Д. Викулов // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 101.

22.10.2012