

2. Symons, L. E. Respiratory activity of rat intestinal mitochondria / L. E. Symons // Nature. — 1966. — № 23. — P. 422–423.
3. Bronk, J. R. The polarographic determination of the respiration of the small intestine of the rat / J. R. Bronk, D. S. Parsons // Biochim Biophys Acta. — 1965. — Oct. 13. — P. 397–404.
4. Ахмеров, Р. Н. Выделение интактных митохондрий из слизистой кишечника / Р. Н. Ахмеров // Узбекский биологический журнал. — 1978. — № 4. — С. 38–41.
5. Адрианов, Н. В. Биохимическая гетерогенность митохондрий слизистой оболочки тонкого кишечника крыс / Н. В. Адрианов, В. Б. Спиричев, Н. Г. Шуппе // Вопросы медицинской химии. — 1977. — Т. 23, № 3. — С. 398–403.
6. Bronk, J. R. The relationship between mitochondrial structural changes and respiration rate in intact mucosal cells / J. R. Bronk, D. K. Jasper // Biochem J. — 1970. — № 116(4). — P. 33.
7. Bronk, J. R. Variations in mitochondrial structure as a function of the respiration rate of rat intestinal mucosa / J. R. Bronk, D. K. Jasper // J Physiol. — 1968. — № 197(1). — P. 14–16.
8. О функциональном состоянии митохондрий слизистой оболочки тонкой кишки при тепловых стрессах / Х. Н. Мусаев [и др.] // Физиологический журнал СССР. — 1983. — Т. 69, № 1. — С. 135–139.
9. Современные проблемы биохимии. Методы исследования: учеб. пособие / Е. В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А. А. Чиркина. — Минск: Выш. шк., 2013. — 491 с.
10. Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом / Г. М. Франк [и др.]; под общ. ред. Г. М. Франка. — М.: Наука, 1973. — 196 с.
11. Влияние инкорпорированных радионуклидов цезия на ультраструктуру и процессы тканевого дыхания митохондрий кардиомиоцитов / А. И. Гризук [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед.-биол. наук. — 2002. — № 2. — С. 63–70.
12. Николс, Д. Дж. Биоэнергетика. Введение в хемоосмотическую теорию / Д. Дж. Николс. — М.: Мир, 2002. — 190 с.
13. Biologi of Disease / N. Ahmed [et al.] — Garland Science, 2006. — 600 p.
14. Small Bowel Review Normal Physiology Part 2 / A. B. R. Thomson [et al.] // Digestive Diseases and Sciences. — 2001. — Vol. 46, № 12. — P. 2588–2607.
15. Мохова, Е. Н. Дыхание митохондрий в тканевых препаратах / Е. Н. Мохова // Регуляция энергетического обмена и физиологическое состояние организма: сб. науч. ст. / Академия наук СССР, Институт биологической физики; под ред. д.б.н. М. Н. Кондрашовой. — М.: Наука, 1978. — С. 67–72.

Поступила 20.03.2015

УДК 612.73/74:612.013.7:796.8

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА МНОГОФАКТОРНЫХ ЭКСПРЕСС-ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Н. И. Штаненко¹, Л. А. Будько¹, П. А. Севостьянов²

¹Гомельский государственный медицинский университет

²Гомельский областной диспансер спортивной медицины

Цель: Провести анализ возрастной динамики показателей энергетического обеспечения и функционального состояния при мышечной деятельности у гребцов на байдарках и каноэ в подготовительном периоде.

Материалы и методы. Обследованы 32 спортсмена мужского пола, которые были разделены на 3 возрастные группы (13–15 лет, 16–18 лет и 19–21 год). Функциональное состояние и основные параметры системы энергообеспечения мышечной деятельности спортсменов оценивали по данным ПАК «Омега-С» и с помощью АПК «D-тест» до и после тренировки.

Результаты. Исходя из полученных данных, можно предположить, что возрастные особенности показателей аэробной мощности тесно взаимосвязаны с суммарным эффектом вегетативной регуляции (TP), активностью парасимпатки (HF) и особенно симпатического звена, что проявляется при физической нагрузке (VLF, LF).

Заключение. Установлена степень взаимосвязи функциональных и энергетических показателей ПАК «Омега-С» с параметрами многофакторной экспресс-диагностики С.А. Душанина с применением АПК «D-тест». Данная методика дает возможность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку.

Ключевые слова: гребля на байдарках и каноэ, вариабельность сердечного ритма, аэробные и анаэробные механизмы мышечной деятельности.

THE AGE DYNAMICS OF MULTIFACTOR EXPRESS INDICATORS OF THE FUNCTIONAL STATE OF KAYAK AND CANOE ROWERS DURING TRAINING

N. I. Shtanenko¹, L. A. Budko¹, P. A. Sevostianov²

¹Gomel State Medical University

²Gomel Regional Clinic of Sport Medicine

Objective: to analyze the age dynamics of parameters of energy supply and functional state in kayak and canoe rowers during training.

Material and methods: We examined 32 male sportsmen who were divided into 3 age groups (13–15, 16–18 and 19–21 years old). The functional state and the basic parameters of energy supply system of muscular activity of the sportsmen were evaluated by data of the computer program complexes «Omega-C» and «D-test» before and after training.

Results: The data obtained make it possible to make a supposition that the age features of the parameters of aerobic capacity are closely interconnected with the resultant effect of vegetative regulation (TP waves), parasympathetic activity (HF waves) and especially sympathetic link, which is revealed in physical exercise (VLF, LF waves).

Conclusion: the study revealed the degree of interconnection of functional and energetic parameters of the computer program complex «Omega-C» with the parameters of multifactor express-diagnostics by S. A. Dushanin with the use of the computer program complex «D-test». This method makes it possible to prognose organism reactions to physical exercise.

Key words: kayak and canoe rowing, heart rate variability, aerobic and anaerobic of muscular activity.

Введение

Организм — это саморегулируемая система, стремящаяся к поддержанию постоянства внутренней среды. Физическая нагрузка оказывает выраженное воздействие на внутреннюю среду мышц и организма в целом, смещая многие биохимические показатели от уровня, характерного для состояния покоя, к уровню, соответствующему состоянию деятельности. Степень этих изменений зависит от характера и интенсивности физической нагрузки и индивидуальной реакции на нее организма, отражающей уровень тренированности. Сразу после прекращения нагрузки в организме начинаются процессы, которые стремятся восстановить исходное состояние, соответствующее гомеостазу покоя. В ходе этих процессов закрепляются изменения, позволяющие в дальнейшем минимизировать возмущение внутренней среды при аналогичных нагрузках. Спортивную тренировку следует рассматривать как процесс адаптации (направленного приспособления) организма к воздействию тренировочных нагрузок.

Различают срочную и долговременную адаптацию. Срочная адаптация — это ответ организма на однократное воздействие тренировочной нагрузки, выражающийся в «аварийном» приспособлении к изменившемуся состоянию своей внутренней среды. Ответ этот сводится преимущественно к изменениям в энергетическом обмене и к активации нервных центров, ответственных за регуляцию энергетического обмена. Под воздействием длительных физических нагрузок происходят адаптационные изменения, которые формируются постепенно на основе многократной реализации срочной адаптации и путем суммирования следов в организме спортсменов [1, 2]. В свою очередь, эти изменения сопровождаются различными изменениями в структуре метаболизма [3, 4, 5]. При выполнении физической нагрузки в организме повышается скорость катаболических процессов, сопровождающихся выделением энергии и синтезом АТФ. Энергию для мышечного сокращения дает расщепление АТФ до АДФ (аденозиндифосфата) и неорганического фосфата. Количество АТФ в мышцах очень невелико и его достаточно для обеспечения высокоинтенсивной работы лишь в течение 1–2 секунд. Для продолжения работы необходимо возобновление (ресинтез) АТФ, которая производится за счет различных биохимических процессов, протекающих при мышечных нагрузках. Принято выделять аэробный путь с использованием кислорода и анаэробный путь без использования кислорода и в связи с этим три обобщенных механизма энергообеспечения: анаэробно-креатинфосфатный, анаэробно-гликолитический и аэробный [1, 6, 7, 8].

Длительное и поэтапное формирование различных источников энергообеспечения в

возрастном интервале от 7 до 17 лет зависит от многих факторов в том числе и от скорости созревания энергетических систем различных типов мышечных волокон [1–5].

Весь постнатальный онтогенез человека разделен на периоды устойчивого состояния и критические периоды. Критические периоды жестко контролируются генетически, именно в эти периоды возможны совпадения увеличения функциональных возможностей организма и ростовых процессов, дифференцировок и митотической активности. Таким периодом у человека является практически весь этап полового созревания. Пусковым механизмом является нейро-гуморальная система, которая играет решающую роль в формировании взрослой, окончательной системы энергообеспечения мышечной деятельности [6–10]. С критическими периодами частично совпадают так называемые сенситивные периоды (периоды особой чувствительности), которые возникают на их базе и менее всего контролируются генетически, то есть являются особенно восприимчивыми к влияниям внешней среды, в том числе и к тренировочным нагрузкам. В эти периоды в наибольшей степени развиваются функциональные резервы организма, наилучшим образом происходят реакции адаптации к физическим нагрузкам. Тренировочные воздействия в сенситивные периоды наиболее эффективны. Они являются сигналом для «аккордного» применения тренировочной работы, направленной на развитие наиболее «благоприятных» физических качеств — силы, скорости, выносливости и др. Так, например, сенситивный период развития абсолютной мышечной силы наблюдается в 14–17 лет, особенно выраженный у мальчиков и связанный с усиленной секрецией мужских половых гормонов (андрогенов). В юношеском возрасте устанавливается характерная для взрослого организма топография мышечной силы, однако коррекцию в нее вносит специфика мышечной тренировки. Максимального значения качество силы достигает к возрасту 18–20 лет.

Эффективная тренировка, ведущая к высоким достижениям, возможна только при хорошем знании и правильном применении принципов энергообеспечения физической деятельности. Для достижения наилучших результатов и сохранения здоровьесберегающего принципа тренировок необходимо планировать нагрузки с учетом влияния возрастных особенностей спортсменов, контроля мощности, емкости и эффективности анаэробных и аэробных механизмов энергообеспечения в тренировочном процессе. Ранняя спортивная специализация при недостаточной адекватности применяемых нагрузок может задержать рост и развитие ребенка, ограничить спортивные достижения [1, 5]. По

мнению ряда авторов [А. Zeni-Hoch, 2003; К. В. Markou, 2004], недостаточное энергетическое обеспечение, неадекватное расходу энергии на физические нагрузки, может приводить к серьезным нарушениям функционального состояния, задержке развития сердца, изменению функционирования гипоталамо-гипофизарной системы регуляции, развитию эндокринных нарушений, нарушений репродуктивной функции, остеопорозу и эндотелиальной дисфункции.

Оценка функционального состояния и динамики параметров энергообеспечения мышечной деятельности у разных возрастных групп спортсменов является актуальным направлением исследований, потому что признаки, обусловленные естественным возрастным развитием, переплетаются с признаками, возникающими в итоге адаптации организма к систематическим занятиям спортом.

Для исследования и оценки процессов регуляции в организме и для определения степени напряжения регуляторных систем в настоящее время широкое распространение получил метод анализа variability сердечного ритма (VPC). Информация о том, какова «цена» этой адаптации, содержится в волновой структуре сердечного ритма и может быть выявлена с помощью математического анализа ряда кардиоинтервалов [10, 11, 12,].

Исследование VPC также используют в спортивной практике для оценки текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма; для раннего выявления дезадаптации и состояния перетренированности; для осуществления срочного контроля над процессом физической тренировки с целью его оптимизации [13, 14].

В настоящее время в литературных источниках имеется мало данных об интерпретации показателей энергообеспечения спортсменов по данным комплекса «Омега-С» (уровень и резервы энергетического обеспечения, энергетический баланс, показатели анаболизма и катаболизма), а также взаимосвязи данных параметров с результатами других методов оценки энергообеспечения мышечной деятельности.

При прогнозировании реакции организма на физическую нагрузку, мы решили оценить степень взаимосвязи функциональных показателей ПАК «Омега-С» с показателями многофакторной экспресс-диагностики С. А. Душанина, которая позволяет без нагрузочных тестов, применения газоанализаторов и инвазивных методов исследования, получить представление о возрастной динамике показателей энергетического обеспечения мышечной деятельности гребцов на байдарках и каноэ.

Цель исследования

Провести анализ возрастной динамики показателей энергетического обеспечения и функ-

ционального состояния при мышечной деятельности у гребцов на байдарках и каноэ в подготовительном периоде.

Материалы и методы

Обследование спортсменов проводилось на базе УЗ «Гомельский областной диспансер спортивной медицины» в начале первого подготовительного периода, этап подготовки приходился на ноябрь-декабрь. Выполнено обследование 32 спортсменов мужского пола, которые для удобства исследования были разделены на 3 возрастные группы (13–15 лет, 16–18 лет и 19–21 год). Вид спорта — гребля на байдарках и каноэ. Функциональное состояние и основные параметры системы энергообеспечения мышечной деятельности спортсменов оценивали по данным ПАК «Омега-С» и с помощью АПК «D-тест» до и после тренировки. Полученные данные обрабатывались методами параметрического и непараметрического анализа с использованием стандартного пакета прикладных программ «Statistica», 12.0 с расчетом критерия Стьюдента, Пирсона и Спирмена. Различия считаются достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Одной из главных задач в циклических видах спорта, к которым относится гребля на байдарках и каноэ, является развитие выносливости (аэробных возможностей) как одного из основных составляющих мастерства спортсмена. Подготовительный период является наиболее продолжительной структурой тренировочного макроцикла. Здесь закладывается функциональная база, необходимая для выполнения больших объемов специальной работы, направленной на непосредственную подготовку двигательной и вегетативной сфер организма к эффективной соревновательной деятельности. В подготовительный период особое внимание уделяется избирательному воздействию на возможности к аэробному и анаэробному ресинтезу АТФ, на развитие скоростно-силовых способностей, совершенствованию техники движений, продуктивности дыхания, экономичности работы и др.

Одной из современных разработок, используемых в контроле тренировочного процесса, является методика оценки функционального состояния спортсменов с помощью ПАК «Омега-С». Существенным преимуществом данного комплекса является одновременное получение информации о состоянии организма спортсмена, в частности, об уровнях тренированности, метаболических ресурсах, о состоянии систем управления. Для изучения вегетативной регуляции сердца используются показатели спектрального анализа variability сердечного ритма. Спектральная оценка в программе «Омега» рассчитывается по TP, HF, LF, VLF. TP (total) — суммарная мощность

спектра, отражающая активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. По данным литературных источников, мощность высокочастотного спектра (дыхательных волн HF) оценивается в виде относительной величины (%) по отношению к суммарной мощности спектра и в норме составляет 40–50 %. Соответственно мощность низкочастотного спектра (симпатический компонент LF) составляет 25–35 %. Снижение доли HF при нормальном показателе LF может означать повышение активности спектра VLF. У 1-й группы спортсменов значительно преобладает VLF (41 %) и HF (35 %) компонент несколько снижен, что может свидетельствовать о снижении влияния автономной регуляции на сердечную деятельность и переходе на церебральное эрготропное обеспечение, проявляющееся мобилизацией защитных механизмов. Это может указывать на состояние функционального напряжения, в том числе на повышение активности симпатoadренальной системы и системы «гипофиз–надпочечники», что приводит к расширению бронхов, увеличивается легочная вентиляция и газообмен в альвеолах, повышается тонус мышц и возбудимость рецепторов. Можно предположить, что такая активация подкорковых нервных центров являться «ценой» адаптации к мышечной деятельности организма подростков. У спортсменов 2-й группы повышение компонента VLF является индикатором управления процессами метаболизма и отражает начинающиеся энергодефицитные состояния, так как компонент LF не повышен (17 %). Нами также установлено, что показатели спектрального анализа TP и HF достоверно выше у спортсменов третьей группы, что может быть связано с высокой адаптацией и физической работоспособностью спортсменов старшей возрастной группы.

Состояние адаптационных резервов организма можно оценивать и по значениям показателей энергетического обеспечения и энергетического баланса, отражающих затраты на осуществление процессов регуляции функций. Энергетический обмен в организме человека связан с процессами анаболизма, катаболизма и функциональным метаболизмом. Показатели уровня и резервов энергетического обеспечения организма (C_1 , C_2) отражают уровень спортивной формы. Главным показателем является C_1 , поддерживающий на должном уровне состояние текущей тренированности спортсмена. В свою очередь, данный показатель обусловлен определенным балансом метаболических процессов. Снижение C_1 неизбежно ведет (спустя 1–3 недели) к глубокому падению уровня тренированности и в целом — к снижению всех параметров, характеризующих спортивную форму. При этом показатель C_1 начинает заметно снижаться еще при начальных призна-

ках скрытой перетренированности. Показатель C_2 является ценой регуляции или энергетическим (метаболическим) балансом биохимических процессов ее обеспечивающих. Как следствие, превышение у гребцов 1-й и 2-й групп C_2 над C_1 свидетельствует о начале преобладания анаэробных процессов в получении энергии, что может привести к снижению скорости обменных процессов и перетренированности. Энергетический баланс, отражающий соотношение затрат (катаболизм) организма к его восстановлению (анаболизм) оказался ниже нормального значения в 1-й (0,8 ед.) и 2-й (0,9 ед.) группах гребцов. При этом период процесса накопления энергии — показатель анаболизма у этих же спортсменов превышает период процесса потребления энергии — показателя катаболизма соответственно, что в совокупности с высоким значением энергетического баланса свидетельствует о нарушении сопряженности аэробных и анаэробных способов получения энергии. У спортсменов 3-й группы преобладали аэробные процессы в получении энергии, и как следствие, преобладали процессы анаболизма, что также подтверждается показателем энергетического баланса, который составил 1,14 ед. (норма 1,0–2,5).

При прогнозировании реакции организма на физическую нагрузку мы решили оценить степень взаимосвязи функциональных показателей ПАК «Омега-С» с параметрами многофакторной экспресс-диагностики С. А. Душанина (АПК «D-тест»), которые представлены в таблице 1.

Высокая работоспособность в видах спорта на выносливость связана с возможностями кислородтранспортной системы, определяющей уровень аэробной производительности. Кислородтранспортная система включает систему внешнего дыхания, систему крови и сердечно-сосудистую систему.

Одним из наиболее ярких адаптационных приспособительных механизмов кислородтранспортной системы является показатель частоты сердечных сокращений (ЧСС). На ЧСС оказывает влияние целый ряд факторов. К ним в первую очередь относятся: уровень тренированности, возраст человека, а также вид мышечной деятельности. Специальная тренировка на выносливость не только повышает ЧСС макс, но и приводит к выраженной брадикардии в состоянии покоя. Так, ЧСС в 40–50 уд/мин в состоянии покоя является обычной для квалифицированных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, требующих проявления выносливости. Особая роль в адаптации сердца к физическим нагрузкам отводится приросту сократительной способности сердечной мышцы и, как следствие, увеличению систолического объема. Это связано с тем, что увеличение сердечного выброса значительно экономичнее, если он осуществляется

не за счет увеличения ЧСС, а за счет систолического объема. В старшей возрастной группе (19–21 год) в процессе тренировок наблюдается относительное уменьшение ЧСС по сравнению с двумя остальными группами на 40–60 % (от 75 до 89 уд/мин), эта реакция и адаптивное изменение ССС являются проявлением экономичности сердечной деятельности («спортивное сердце»).

Именно в этом возрасте в достаточной мере созревают функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обеспечивающих работу аэробного характера и выносливость к длительной циклической работе. Поэтому для такой возрастной группы используются максимальные и субмаксимальные нагрузки, преимущественно силовой вид тренировок.

Таблица 1 — Показатели энергообеспечения гребцов на байдарках и каноэ разных возрастных групп, полученные с применением АПК «D-тест»

Показатели энергообеспечения, в %	1-я группа (13–15 лет)		2-я группа (16–18 лет)		3-я группа (19–21 год)	
	до	после	до	после	до	после
	тренировки		тренировки		тренировки	
	M ± δ	M ± δ	M ± δ	M ± δ	M ± δ	M ± δ
Анаэробно-креатинфосфатный механизм — «взрывная сила»	38,4 ± 2,4	49,5 ± 1,9	48,5 ± 3,1	42,9 ± 2,8	55,4 ± 2,2	55,3 ± 1,8
Анаэробно-гликолитический механизм — «скорость»	40,7 ± 0,1	42,6 ± 3,3	42,0 ± 2,0	43,19 ± 1,4	38,8 ± 3,1	41,1 ± 4,3
Аэробная мощность — выносливость	54,0 ± 2,0	56,8 ± 0,4	51,7 ± 1,0	53,20 ± 3,1	53,2 ± 3,2	53,4 ± 2,4
Анаэроб Ф	134,5 ± 1,2	138,3 ± 2,1	135,0 ± 2,0	139,4 ± 2,4	149,3 ± 2,3	156,8 ± 1,1
Аэробная экономичность W ПАНО	58,5 ± 1,5	57,1 ± 0,3	54,5 ± 1,6	55,6 ± 2,5	58,15 ± 1,4	56,4 ± 2,7
Общая метаболическая емкость (способность противостоять утомлению)	202,4 ± 0,9	201,4 ± 0,7	194,7 ± 4,3	194,8 ± 1,6	205,6 ± 4,2	206,7 ± 2,1
Аэробный индекс	31,6 ± 0,1	32,4 ± 2,4	28,97 ± 2,7	30,2 ± 3,9	31,0 ± 0,1	30,2 ± 2,8
МПК	61,8 ± 1,3	63,1 ± 0,1	60,5 ± 1,1	61,9 ± 2,3	61,7 ± 4,3	63,1 ± 1,1
ЧСС, уд/мин	90,0 ± 0,5	103 ± 0,2	90,6 ± 3,6	91,0 ± 1,2	75,3 ± 0,2	89,0 ± 3,6

В ходе исследования при изучении изменений мощности, емкости и эффективности аэробных и анаэробных процессов энергообеспечения мышечной деятельности до и после нагрузки у спортсменов младшей возрастной группы было выявлено достоверное увеличение показателей энергообеспечения как в аэробном, так и в анаэробном режимах.

Производительность сердца является одним из ключевых моментов, лимитирующих величину максимального потребления кислорода (МПК) — одного из наиболее часто используемых интегральных показателей для характеристики аэробной работоспособности на довольно высоком уровне. Аэробные возможности детей нарастают с возрастом, увеличиваясь в абсолютных значениях МПК (л/мин) примерно до 15 лет. Однако относительные величины МПК (мл/мин/кг) у детей очень высоки, близки к показателям нетренированных взрослых лиц, а у некоторых подростков даже превосходят их. Так, достаточно высокие показатели МПК (61–63 мл/мин/кг) были выявлены не только у спортсменов старших возрастных групп (2-я и 3-я), но и у гребцов 13–15 лет. При этом кислородный запрос на работу у подростков и юношей выше, чем у взрослых на ту же нагрузку. Отмеченные особенности удовлетворения кислородного запроса свидетельствуют о важности регламентирования физических нагрузок у подростков и юношей.

Возможно, это связано с сенситивным периодом развития мышечной массы, преоблада-

нием в мышцах медленных волокон окислительного типа, а также нарастанием в мышцах количества митохондрий и миоглобина, повышением активности окислительных ферментов, улучшением утилизации приносимого кровью кислорода, а также совершенствованием механизмов регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем — все это приводит к повышению аэробных возможностей организма и величины МПК. При изучении аэробных процессов энергообеспечения с помощью показателей максимального потребления кислорода (МПК) и порога анаэробного обмена (ПАНО) была выявлена зависимость этих показателей у спортсменов первой группы (13–15 лет) от VLF, характеризующего включение центральных надсегментарных уровней и гуморальных механизмов в регуляцию сердечной деятельности, что можно объяснить активацией адренергических механизмов у подростков как ответную реакцию на физическую нагрузку. Эта зависимость представлена в таблице 2.

После 14-летнего возраста начинается реализация нового этапа генетической программы онтогенеза. Происходит формирование быстрых мотонейронов в ЦНС и развитие быстрых и мощных гликолитических мышечных волокон в скелетных мышцах. К IV–V стадиям полового созревания (15–18 лет) быстрые волокна уже занимают по объему около 50 % мышечной массы. Устанавливается характерный для каждого индивида состав (композиция) мышечных волокон.

Таблица 2 — Коэффициент корреляции показателей ВСР и параметров методики С. А. Душанина (по Пирсону) после физической нагрузки

Показатель	Креатинфосфат	МПК	W ПАНО	ОМЕ
TP	-0,7673	0,7503	-0,6875	—
	P < 0,005	P < 0,005	P < 0,05	—
HF	—	0,6802	—	-0,615350
	—	P < 0,002	P < 0,05	—
LF	—	0,7573	-0,6738	—
	—	P < 0,002	P < 0,02	—
VLF	-0,5862	0,7809	-0,5692	—
	—	P < 0,001	P < 0,05	—

С появлением гликолитических волокон происходит быстрое развитие анаэробных возможностей растущего организма. Сократительная деятельность этих волокон не зависит от работы кислородтранспортной системы, так как они получают энергию в бескислородных условиях. В результате повышается адаптация юношей и девушек к работе анаэробного характера — к выполнению циклической работы в зоне максимальной и субмаксимальной мощности, силовых и скоростно-силовых упражнений.

Так, за подготовительный период у спортсменов подростковой группы после скоростно-силовой тренировки отмечается увеличение АнКФв в 1,3 %. Этот факт может свидетельствовать об адекватных возрастным особенностям тренировках, направленных на развитие аэробных возможностей (выносливости), суть которых заключается в сбережении формирующегося организма. Вероятно, это связано с возрастными особенностями пубертатного периода, в котором происходит последняя значительная перестройка организма и наряду с определенным уровнем развития аэробных возможностей, происходит переход на анаэробный режим работы при выполнении физических нагрузок. Кроме того, наблюдаются достоверные корреляционные различия ($p < 0,05$) между показателем анаэробного гликолиза и ОМЕ — универсальным показателем, отражающим уровень метаболической активности организма, и как следствие, увеличение доли анаэробного гликолиза.

Заключение

В спортивной медицине большое значение приобретают так называемые методы экспресс-диагностики, позволяющие оценивать функциональное состояние и энергетическое обеспечение мышечной деятельности спортсмена как до, так и после тренировок. Нами установлена степень взаимосвязи функциональных и энергетических показателей ПАК «Омега-С» с параметрами многофакторной экспресс-диагностики С. А. Душанина с применением АПК «D-тест». Данная методика находится в тесной коррелятивной связи с параметрами вегето-сосудистого равновесия как в покое, так и после выполне-

ния физической нагрузки, что дает возможность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку.

В результате анализа данных, полученных до и после нагрузки, были сделаны следующие **выводы:**

1. В подготовительном периоде макроцикла у гребцов разных возрастных групп произошел прирост показателей функционального состояния: возросли анаэробные, аэробные возможности, уровень работоспособности, мощности креатинфосфатного, гликолитического, аэробного источников энергообеспечения, что может свидетельствовать о соответствии нагрузки функциональному состоянию спортсмена.

2. При построении тренировок у подростков и юношей следует учитывать чувствительные периоды в развитии силовых и скоростно-силовых способностей, так как пренебрежение этим фактом может привести к срыву долговременной адаптации и раннему завершению спортивной карьеры.

3. Показатели МПК следует использовать как информативные прогностические критерии для отбора детей в ДЮСШ, особенно в виды спорта, требующие развития выносливости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янсен, П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Пер. с англ. — Мурманск: Тулома, 2006. — 160 с.
2. Брель, Ю. И. Взаимодействие и адаптация систем энергообеспечения скелетных мышц при физических нагрузках / Ю. И. Брель // Проблемы здоровья и экологии. — 2014. — № 3. — С. 47–53.
3. Сонькин, В. Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека. — 2007. — Т. 33, № 3. — С. 81–99.
4. Сонькин, В. Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В. Д. Сонькин, Р. В. Тамбовцева. — М.: ЛИБРОКОМ, 2011. — 368 с.
5. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. — М.: Олимпия Пресс, 2005. — 528 с.
6. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. — Киев: Олимпийская литература, 2004. — С. 204–219, 422–440, 763–786.
7. Брель, Ю. И. Влияние фармакологической поддержки на показатели энергообеспечения мышечной деятельности у спортсменов / Ю. И. Брель, Л. А. Будько, П. А. Севостьянов // Сборник научных статей I Республиканской научно-практической интернет-конференции с международным участием «Специфиче-

ские и неспецифические механизмы адаптации во время стресса и физической нагрузки» — Гомель, 2014. — С. 92–94.

8. Детская спортивная медицина/ авт.-сост. Т. Г. Авдеева [и др.]; под ред. Т. Г. Авдеевой, И. И. Бахраха. — 4-е изд., исправ. и доп. — Ростов и/Д: Феникс, 2007. — С. 5–23.

9. Возрастное развитие системных мышц и физической работоспособности / И. А. Корниенко [и др.] // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. — М.: Образование от А до Я, 2000. — С. 209–230.

10. Алгоритм диагностического применения программно-аппаратного комплекса «Омега-С» в спортивной медицине: монография / Ю. Э. Питкевич [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2010. — 160 с.

11. Перспективы диагностического применения программно-аппаратных комплексов «Омега» для оценки функционального

состояния организма учащихся и спортсменов / Э. С. Питкевич [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2011. — 216 с.

12. Котельников, С. А. Вариабельность сердечного ритма: представление о механизмах / С. А. Котельников, А. Д. Ноздрачев, М. М. Одинак // Физиология человека. — 2003. — № 28 — С. 130–143.

13. Кудря, О. Н. Реакция сердечно-сосудистой системы спортсменов 15–16 лет на дозированную физическую нагрузку / О. Н. Кудря // Совершенствование системы физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровления различных категорий населения: Материалы VI Всероссийской научной конференции / под ред. С. И. Логинова. — Сургут: СурГУ, 2007. — С. 131–134.

14. Душанин, С. А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно-педагогическом контроле / С. А. Душанин. — М.: ФиС, 1986. — 24 с.

Поступила 28.08.2015

УДК 615.385:623.33

ВЛИЯНИЕ СУБСТАНЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ФРУГЛЮМИН А И ФРУГЛЮМИН Б НА Т-КЛЕТОЧНЫЙ И В-КЛЕТОЧНЫЙ ИММУННЫЙ ОТВЕТ У МЫШЕЙ В НОРМЕ И ПРИ ИММУНОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЯХ

С. И. Кривенко

9-я городская клиническая больница, г. Минск

Представлены результаты исследования иммуномодулирующих свойств группоспецифических полисахаридов А и группоспецифических полисахаридов Б, являющихся субстанциями лекарственных средств Фруглюмин А и Фруглюмин Б. Установлено, что группоспецифические полисахариды *in vivo* обеспечивают усиление иммунологического ответа Т-лимфоцитов на вводимый антиген при нормальном иммунном статусе экспериментальных животных и в условиях вторичного иммунодефицита. ПА и ПБ не обладают иммуностимулирующим действием на В-клеточное звено иммунной системы экспериментальных животных при нормальной реактивности иммунной системы. В условиях вторичного иммунодефицитного состояния у мышей субстанции группоспецифических полисахаридов обеспечивают восстановление нормальных значений показателей количества АОК селезенки и титров антиэритроцитарных антител, что свидетельствует о стимуляции антителообразующей функции В-лимфоцитов.

Ключевые слова: Т-клеточный и В-клеточный иммунитет, вторичный иммунодефицит, группоспецифические полисахариды, Фруглюмин.

EFFECTS OF DRUG SUBSTANCES FRUGLYUMIN A AND FRUGLYUMIN B ON T-CELL AND B-CELL-MEDIATED IMMUNE RESPONSE IN MICE IN NORMAL AND WITH IMMUNODEFICIENCY

S. I. Krivenko

9th Municipal Clinical Hospital, Minsk

The results of investigation of immunomodulatory properties of the group-specific polysaccharides A and group-specific polysaccharides B, which are the substances of drugs Fruglyumin A and Fruglyumin B, are presented. It is found that *in vivo* the group-specific polysaccharides provide increased immunological response of T lymphocytes to the antigen in experimental animals with normal immune status and with secondary immunodeficiency. FA and FB do not possess immunostimulating effect on B-cell immunity in experimental animals with normal immune system reactivity. In mice with secondary immunodeficiency substances of group-specific polysaccharides ensure restoration of normal value of the spleen antibody-forming cells and antierythrocyte antibody titers, indicating stimulation of antibody formation function of B-lymphocytes.

Keywords: T-cell and B-cell immunity, secondary immunodeficiency, group-specific polysaccharides, Fruglyumin.

Введение

При разработке новых лекарственных средств (ЛС) проведение доклинических (медико-биологических) испытаний позволяет не только оценить их безопасность, но и на различных модельных системах *in vitro* и *in vivo* всесторонне исследовать целевые свойства но-

вой фармакологической субстанции. Экспериментальное изучение специфической фармакологической активности иммуномодуляторов проводится на модели здоровых половозрелых животных, иммунизированных антигеном внутривенно или внутрибрюшинно в оптимальной и субоптимальной дозах, количественно харак-