

ФГБУН Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук

Министерство физической культуры и спорта Республики Коми

ГАУ РК «Центр спортивной подготовки сборных команд»



III Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием

**МЕДИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СЕВЕРЕ**

Материалы докладов
24–25 октября 2019 г.

г. Сыктывкар, 2019 г.

УДК 796.01:612(470.1/2)(063)
DOI: 10.19110/89606-004

Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере: Материалы докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (24 – 25 октября 2019 г.). Сыктывкар, 2019. 112 с. (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН).

Настоящий сборник представляет собой научные достижения по следующим направлениям: теоретические и методические аспекты физкультурно-спортивной деятельности; физиологическое и биохимическое сопровождение спортивной деятельности; медицинские аспекты спортивной тренировки и реабилитации спортсменов; особенности питания и проблемы обеспечения организма спортсменов микронутриентами в условиях нагрузок; социальные и психологические аспекты спорта.

Принятые материалы публикуются в авторской редакции.

Данное издание будет интересно как опытным специалистам, так и молодым ученым.

Medical and physiological foundations of sports activity in the North: Materials of the III All-Russian research and practice conference with international participation (24 – 25 October, 2019). Syktyvkar, 2019. 112 p.

This collection represents scientific achievements in the following areas: theoretical and methodological aspects of physical education and sports; medical aspects of sports training and rehabilitation of athletes; nutritional characteristics and problems of providing the athletes under stress with micronutrients; social and psychological aspects of sports.

The accepted materials are published in the authors' edition.

The book will be interesting for both experienced specialists and young scientists.

Организационный комитет:

*Председатель – д.м.н., профессор, врио директора
Института физиологии Коми НЦ УрО РАН Е.Р. Бойко,
чл.-корр. РАН, профессор А.Л. Максимов,
чл.-корр. РАН, профессор А.В. Кучин, д.м.н., профессор Ю.Г. Солонин,
к.б.н. А.Ю. Людинина, к.б.н. Н.Н. Потолицына, к.б.н. И.О. Гарнов*

Редколлегия:

д.м.н. Е.Р. Бойко, к.б.н. И.О. Гарнов

ISBN 978-5-89606-597-5

© ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019
© ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019

Реакция системы микроциркуляции на выполнение дозированной физической нагрузки у лиц обоего пола подросткового возраста

Бабошина Н.В., Тихомирова И.А.

Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского,
г. Ярославль
e-mail: pankrateva@bk.ru

Изучению изменений микрокровотока придается существенное значение, поскольку на уровне микрососудов происходят процессы диффузии газов и трансапиллярный обмен [2]. Микроциркуляторное русло подвержено значительным изменениям в зависимости от меняющихся метаболических потребностей организма. Особенно это проявляется в период полового созревания, связанного с пубертатным скачком роста и со сложной картиной гормональной регуляции. Пубертатный период является одним из наиболее чувствительных этапов онтогенеза.

Особый интерес представляет исследование системы микроциркуляции крови, дающее характеристику состояния тканевого кровотока и его изменчивости, у подростков при воздействии физической нагрузки. Установлено, что дозированная физическая нагрузка служит удобным инструментом для оценки индивидуальных особенностей адаптивных реакций и свидетельствует об определенной лабильности обменного звена – микроциркуляторного русла – сердечно-сосудистой системы [1].

Исходя из вышеизложенного, **цель нашей работы** – оценить реакцию системы микроциркуляции на выполнение дозированной физической нагрузки у лиц обоего пола подросткового возраста.

Материалы и методы. В исследование после получения добровольного информированного согласия были включены 52 подростка: юноши ($n=28$) и девушки ($n=24$), средний возраст которых составил $15,0 \pm 1,0$ и $14,0 \pm 1,0$ лет соответственно.

Оценку состояния микроциркуляции и ее регуляторных механизмов производили методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Исследование проводилось с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока (ЛАКК-02, Москва). Оценивали показатель

микроциркуляции (ПМ), среднееквадратичное отклонение показателя микроциркуляции (σ), коэффициент вариации показателя микроциркуляции (Kv), миогенный (МТ) и нейрогенный (НТ) компоненты тонуса микрососудов и показатель шунтирования (ПШ). С помощью вейвлет-анализа ЛДФ-грамм рассчитывали характеристики различных регуляторных механизмов микроциркуляции: эндотелиальной (Э), нейрогенной (Н), миогенной (М), дыхательной (Д) и сердечной (С) природы [2].

В состоянии покоя после 10-минутной адаптации обследуемым с помощью метода ЛДФ фиксировали базальные показатели микроциркуляции в течение 5 мин, затем юноши и девушки выполняли дозированную нагрузку: 10 приседаний (ноги на ширине плеч, руки вытянуты вперед) в быстром темпе. Далее снова устанавливали световодный зонд и регистрировали параметры микроциркуляции (после дозированной нагрузки) в течение 5 мин.

Результаты и обсуждение. После дозированной нагрузки у девушек отмечена тенденция к росту показателя кожной микроциркуляции. Среднееквадратичное отклонение и коэффициент вариации увеличились на 21,7 ($p < 0,01$) и 27,8%, ($p < 0,05$) соответственно, что свидетельствовало и о более интенсивном функционировании механизмов активного контроля микроциркуляции. Амплитуды эндотелиальных, нейрогенных и миогенных осцилляций увеличились после нагрузки на 40,6, 25,9 и 27,2% ($p < 0,05$) соответственно, амплитуда колебаний в диапазоне пульсового ритма уменьшилась на 8,62% ($p < 0,05$) (см. рисунок).

У юношей после приседаний, так же как и у девушек, отмечена тенденция к увеличению перфузии. Дозированная нагрузка вызвала повышение амплитуд колебаний эндотелиальной, нейрогенной, миогенной и дыхательной природы на 38,0; 55,0; 39,5% ($p < 0,01$) и 33,3%, ($p < 0,05$) соответственно (см. рисунок).

Значения показателей нейрогенного, миогенного тонуса и показателя шунтирования после нагрузки в обеих группах практически не изменились. Адаптивный характер функционирования организма в различные возрастные периоды, особенно в период пубертатных перестроек, когда половые гормоны повышают скорость метаболизма [3], определяется морфофункциональной зрелостью физиологических систем и адекватностью воздействующих факторов. Во время

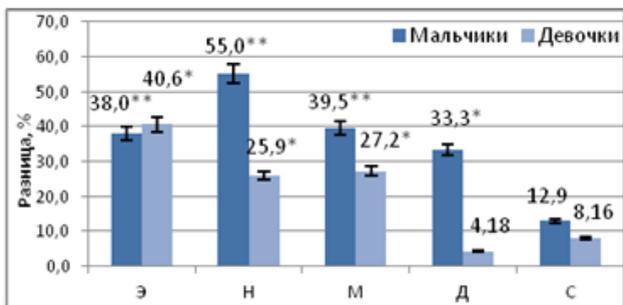


Рисунок. Изменение приведенных амплитуд регуляторных механизмов у девушек и юношей после нагрузки (разница в % по сравнению с периодом покоя).

Примечание: Э, Н, М, Д, С – регуляторные механизмы микроциркуляции (эндотелиальные, нейрогенные, миогенные, дыхательные, сердечные).

* – при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$.

физической нагрузки происходит перераспределение кровотока, поэтому механизмы регуляции микроциркуляторного русла меняются, приспосабливаясь к потребностям органов и тканей в доставке кислорода и нутриентов, особенно в условиях активной гиперемии, требующей активации метаболических потребностей [2].

Кровоток в микроциркуляторном русле не стабилен и вариабелен. Сложные процессы, идущие в микроциркуляторном русле, отражаются в виде изменений перфузии, которые могут быть связаны как с регуляторными ритмическими, так и случайными во времени «хаотическими» колебаниями [2]. В нашем исследовании, после дозированной нагрузки, не отмечалось изменений перфузии в обеих группах. Однако поддержание постоянного уровня показателя микроциркуляции у девушек и юношей (до и после 10 приседаний) достигалось при разном соотношении регуляторных влияний на микроциркуляцию. После нагрузки поддержание уровня перфузии обеспечивалось преимущественно за счет активных факторов контроля микроциркуляции – эндотелиального, миогенного и нейрогенного, что указывает на интенсификацию деятельности данных механизмов микрокровоотока, обеспечивающих питание и кислородное снабжение тканей в условиях усиленного метаболизма.

Таким образом, в подростковом возрасте, после дозированной физической нагрузки, отмечается доминирование амплитуд колеба-

ний активных тонус-формирующих диапазонов, что свидетельствует о преобладании эрготропной направленности регуляции микрогемодинамики.

Литература

1. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Проблема адаптации и колебательные процессы в микроциркуляторном русле // Физиология человека. 2016. Т. 42. №4. С. 69-76.

2. Волосок Н.И. Влияние физической нагрузки на микроциркуляцию в бульбарной конъюнктиве / Н.И. Волосок, К.Т. Зайцев // Вестник Российского университета дружбы народов. 2001. №2. С. 12-15.

3. Radtke T. Puberty and microvascular function in healthy children and adolescents / T. Radtke, K. Khattab, P. Eser, S. Kriemler, H. Saner, M. Wilhelm // J. Pediatr. 2012. Vol. 161. PP. 887-91.

Генез моторики у юных легкоатлетов Республиканской спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва

Бочаров М.И.

Отдел сравнительной кардиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
Киргизский государственный институт физической культуры,
г. Бишкек
e-mail: bocha48@mail.ru

Одной из важных теоретических и практических проблем физиологии спорта является определение закономерностей развития двигательных способностей в онтогенезе, обусловленных наследственными и средовыми факторами, а также хронобиологическими особенностями организации функций. Хорошо известно, что формирование двигательных качеств имеет выраженную возрастную периодизацию и гендерную специфичность [1, 4, 5, 6, 8]. Имеются также отдельные сведения о генетической детерминации отдельных двигательных проявлений, метаболических и функциональных признаков [2, 3, 5, 7]. Предполагается, что в процессе онтогенеза активность функционирования генов снижается [5].

Анализ имеющихся в литературе фактов указывает на то, что мы в настоящее время располагаем относительно ограниченным количеством сведений о возрастной изменчивости развития двигательных

качеств, опосредованных соотношением влияния наследственных и средовых факторов, в частности, спортивной тренировки.

Целью настоящей работы послужили изучение темпов роста двигательных качеств и их сопряженности у юных легкоатлетов (в периоде от 10 до 16 лет) обоего пола, а также описание возможной генетической обусловленности изменения наблюдаемой моторики с возрастом и ростом спортивной тренированности.

Исследования проведены с участием юных легкоатлетов Республиканской спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва (РСДЮШОР) по легкой атлетике (г. Фрунзе). Всего обследована 1034 чел., из них 554 девочек и 480 мальчиков в семи возрастных группах от 10 до 16 лет. Преимущественно группа обследуемых состояла из спортсменов, занимающихся беговыми дисциплинами, при том, что спортивная специализация по видам л/а спорта началась не раньше, чем с 13-14 лет. Важно отметить, что программа занятий в данной школе, вне зависимости от спортивной специализации, как минимум до 16 лет включала на 60% однотипный характер тренировочных упражнений. Все испытания проводились на стадионе Киргизского государственного института физкультуры в весенний период года. В качестве тестовых упражнений использовались: бег на 30 м (тест I), 10-секундный бег на месте с высоким подниманием бедра (II), челночный бег – 3 по 10 м (III), 5-минутный бег по Куперу (IV). Первичный материал обрабатывался методами вариационной статистики и корреляции. Достоверность отличий определялась по критерию t-Стьюдента и F-Фишера и принималась значимой при $p < 0,05$.

В результате исследования наблюдаемая гетерохронность, гетеродинамичность, гендерная особенность возрастных изменений результатов моторных тестов (близких по виду локомоции – шагательные движения, но отличающихся по мощности и структуре двигательных действий), а также изменчивость их сопряженности позволяют сделать следующие заключения:

1. С возрастом (от 10 до 16 лет) и стажем занятий у юных легкоатлетов значимо увеличиваются результаты двигательных тестов. У мальчиков больше растет быстрота (I) и выносливость (IV), а у девочек – частота шагательных движений (II) и быстрота с координацией (III). Это согласуется с фактами [5] о большем наследуемом контро-

ле развития частоты движений и координационных способностей у представителей женского пола, чем мужского. Тогда как у мальчиков доминирование в развитии быстроты и выносливости может быть связано с большей мощностью и ёмкостью тканевых источников энергообеспечения мышечной функции, чем у девочек [7].

2. Установлено, что темпы прироста двигательных качеств у юных легкоатлетов имеют гендерные и возрастные отличия: у мальчиков прирост быстроты (I) существенно замедляется в период от 11 до 12 лет, частоты шагательных движений (II) – 13-14, 14-15 и 15-16 лет, быстроты с координацией (III) – 15-16 лет, выносливости (IV) – 11-12 и 14-15 лет соответственно; у девочек в тесте I в период от 15-16 лет, II – от 12 до 16 лет при существенном нарастании с 10 до 11 лет, в тесте III – замедляется в период 14-15 и 15-16 лет, IV – 10-11 и 15-16 лет. По-видимому, на фоне увеличения тренировочной нагрузки (как влияние средового фактора) в период от 10 до 16 лет наблюдаемое в разное время замедление развития двигательных качеств у мальчиков и девочек можно интерпретировать как возрастные периоды уменьшения влияния генетических факторов на данную моторную функцию, но не связанные с известными периодами полового созревания.

3. Показано, что наибольшее количество значимых связей для групп мальчиков отмечается в 13 и 15 лет, а наименьшее – в 11, 12 и 16 лет; для девочек – в 10, 13, 15 и 16 лет, а наименьшее – в 11, 12 и 14 лет соответственно. Для мальчиков доминирующими компонентами всегда выступают выносливость и быстрота с координацией движения, а для девочек – быстрота с координацией движения. Если для групп мальчиков из корреляционной картины выпадает одна из способностей – частота шагательных движений за ограниченное время, то для девочек характерны лишь отдельные возрастные периоды, когда выпадают или уменьшаются связи с общей выносливостью и проявлением быстроты. Предполагается, что обнаруженные уменьшения связей между результатами отдельных тестов могут свидетельствовать о проявлении специфических дифференцировок развития различных двигательных качеств, которые контролируются разными генами. Именно поэтому те или иные физические качества развиваются в определенном возрастном периоде независимо от других качеств.

Литература

1. Корниенко И.А. Возрастные изменения энергетического обмена и терморегуляции. М.: Наука, 1979. 160 с.
2. Мак-Комас А.Д. Скелетные мышцы. Киев: Олимпийская литература, 2001. 407 с.
3. Рогозкин В.А., Назаров И.Б., Казаков В.М. Генетические маркеры физической работоспособности человека // Теория и практика физической культуры. 2000. № 12. С. 34-36.
4. Селуянов В.Н., Шестаков М.П. Определение одаренностей и поиск талантов в спорте. М.: СпортАкадемПресс, 2000. 112 с.
5. Сергиенко Л.П. Спортивный отбор: теория и практика. М.: Советский спорт, 2013. 1048 с.
6. Сонькин В.Д., Корниенко И.А., Тамбовцева Р.В., Изаак С.И. Основные закономерности и типологические особенности роста и физического развития / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. М.: Образование от А до Я, 2000. С. 31-59.
7. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В., Маслова Г.М. Возрастное развитие тканевых источников энергообеспечения мышечной функции // Вестник спортивной науки. 2009. № 6. С. 32-38.
8. Шварц В.Б., Хрущёв С.В. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора. М.: Физкультура и спорт, 1984. 151 с.

Влияние поясничной опоры на кинематику движений в фазе финального усилия метания копья

Бондаренко К.К., Примаченко П.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель
e-mail: kostyabond67@mail.ru

Исследование кинематических характеристик движения в спортивной деятельности позволяет не только формировать и совершенствовать рациональную технику движений, но и вовремя предотвращать появление ошибок, ведущих к травматизму спортсмена [3]. Изменение кинематических параметров движения в различных видах спорта зависит от многих факторов, в том числе от характера утомления скелетных мышц [1,4]. В зависимости от восприятия скелетными мышцами предлагаемой физической нагрузки следует нормировать количественные параметры выполнения упражнений в условиях тре-

нировочной деятельности [2]. Вместе с тем, следует учитывать, что поведенческая реакция скелетной мышцы на объем и интенсивность нагрузочной деятельности неодинакова для различных мышечных групп, что отражается на биомеханических параметрах движения [5].

Метание копья связано с созданием максимального усилия в мышечной деятельности, что часто приводит к травмам в различных звеньях тела. Многие метатели используют поясничные поддерживающие пояса во время тренировок и соревнований для предотвращения травм. Наиболее травмоопасной фазой движения в метании копья является фаза финального усилия.

Финальное усилие в копье выполняется с момента постановки ноги в стопорящее движение до выполнения тормозящего движения противоположной ногой.

Последовательность включения в движение звеньев тела характеризуется движением в биокинетической цепи: после касания передней ноги опоры, начинается движение в верхней части тела. После того, как тазобедренный сустав достигает границы диапазона своих движений и происходит его замедление, активно включается в работу следующий сустав – плечевой, затем локоть и, наконец, движение в лучезапястном суставе. Конечный результат движения в биокинематической цепи – высокая скорость высвобождения самого копья.

Траектория полета снаряда и расстояние до приземления копья зависят от угла атаки, который представляет собой разницу между углом наклона, ориентацией копья по отношению к земле, вектором угла скорости движения снаряда и траекторией полета центра масс копья (не кончика).

Цель нашей работы – установление влияния поясничных поддерживающих поясов на кинематические параметры движения на этапе финального усилия в метании копья.

Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории физической культуры Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины в рамках выполнения государственной программы научных исследований «Конвергенция – 2020», задания 3.06 «Разработка программно-аппаратных диагностических комплексов и реабилитационных тренажеров, адаптируемых к специализации и квалификации спортивной и трудовой деятельности».

В эксперименте приняли участие шесть девушек, специализирующихся в метании копья. Каждая из участниц выполняла по десять

попыток с поясничным поддерживающим поясом и десять попыток без поясничного поддерживающего пояса. Весь процесс снимали скоростной видеокамерой (скорость видеосъемки составляла 200 к/с). Оценка кинематических параметров движения осуществлялась с помощью программного обеспечения «KinoVea».

Проведенное исследование позволило выявить основные кинематические параметры движений в метании копья. Показано, что пиковые линейные скорости были одинаковыми во всех суставах и на обмотке копья независимо от наличия поясничного поддерживающего пояса. Вместе с тем, отмечено, что при надетом ремне имела значительная разница показателей максимальной скорости движения в плечевом суставе ($r = 0,052$). Диапазон изменения скорости составил 0,31 м/с относительно проекции бедра. При использовании поясного ремня отмечается увеличение наклона туловища в момент выпуска копья ($p < 0,05$). По нашему мнению, применение поясничного поддерживающего пояса позволяет использовать эффективное мышечное сгибание туловища и уменьшает страх травматизма, связанный с недостаточным разогревом скелетных мышц спины, являющимся серьезной проблемой при выполнении ряда попыток метания копья с большими временными перерывами. В исследовании не выявлены: значительное увеличение скорости сегментов плеча или скорости выпуска копья, ориентации угла вылета копья, высоты полета копья и его дальности.

Литература

1. Бондаренко А.Е. Изменение кинематики движения при выполнении ударных действий в карате / А.Е. Бондаренко, К.К. Бондаренко, Л.В. Старовойтова, Е.А. Мочалова // Материалы докладов 51 Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов. В 2-х томах. Витебск, 2018. С. 422-424.

2. Бондаренко К.К. Особенности функционального состояния скелетных мышц бегунов на короткие дистанции / К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко // Спорт высших достижений: интеграция науки и практики: Материалы Междунар. науч.-метод. конф. / Редкол.: Н.А. Красулина и др. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. С. 21-25.

3. Бондаренко К.К. Использование исследовательской деятельности в определении кинематических характеристик движения по учебному курсу «Биомеханика» / К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко // Физическая культура и спорт в системе высшего и среднего профессионального образования : Материалы VII Междунар. науч.-метод. конф., посвященной 100-летию юбилею Республики Башкортостан. Уфа: Уфимский гос. нефтяной техн. унив-т, 2019. С. 18-22.

4. Хихлуха Д.А. Кинематические составляющие движений гребли на байдарке / Д.А. Хихлуха, К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко // Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма: Материалы VIII Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием / Отв. редактор Л.Г. Пашенко. Нижневартовск, 2018. С. 580-583.

5. Шилько С.В. Обобщенная модель скелетной мышцы / С.В. Шилько, Д.А. Черноус, К.К. Бондаренко // Механика композитных материалов. Рига: Изд-во Зинатне, 2015. Т. 51. № 6. С. 1119-1134.

Инверсия зубца T ЭКГ у лыжников-гонщиков разного пола в тесте «до отказа»

Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Гарнов И.О., Черных А.А., Бойко Е.Р.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
e-mail: nivarlam@physiol.komisc.ru

Картина ЭКГ при выполнении спортсменами теста «до отказа» имеет порой ведущее диагностическое значение для определения состояния здоровья, переносимости нагрузки, прогноза схемы тренировочного процесса, результата соревнований и медицинского допуска к ним. Хотя некоторые паттерны ЭКГ распространены у спортсменов и связаны с тренировками, имеются нарушения, особенно инверсия зубца T_{V1} , которые редки у спортсменов, но являются частыми у пациентов с кардиомиопатиями [3]. Инверсия зубцов T_{V2-3} чаще наблюдается у спортсменов, тренирующихся на выносливость, чем среди населения в целом, однако основной механизм ее неясен [1]. Дифференциация изменений на ЭКГ важна, поскольку они могут указывать на сердечное заболевание и повышение у спортсменов риска внезапной сердечной смерти [5], поэтому *цель* нашей работы – исследование частоты встречаемости инверсии зубца T ЭКГ у лиц мужского и женского пола, занимающихся лыжными гонками.

Материалы и методы. Перед началом обследования спортсмены подписывали информированное согласие. В 2018-2019 гг. проведено 151 обследование у 47 лиц мужского (М) и 26 лиц женского (Ж) пола, представителей лыжных гонок первого разряда, кандидатов и мастеров спорта в возрасте от 14 до 48 лет, проживающих на Евро-

пейском Севере России (62° с.ш., 51° в.д.). Все они выполняли тест на велоэргометре «до отказа» с использованием эргоспирометрической системы «Охусон Pro» (Erich Jaeger) в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15 секундным отрезкам и записью ЭКГ в 12 общепринятых отведениях. Рост и масса тела измерены с помощью медицинского весоростомера. В момент достижения респираторного порога анаэробного обмена, завершения теста «до отказа» и появления инверсии зубца *T* ЭКГ определяли мощность выполненной нагрузки, частоту сердечных сокращений (ЧСС), потребление кислорода (ПК). Рассчитывали максимальное потребление кислорода (МПК) на килограмм массы тела (МПК/кг). Нормальность распределения определяли по показателям скоса и эксцесса, значимость различий – с помощью критерия *t* Стьюдента.

Результаты и обсуждение. М по сравнению с Ж были выше ростом (178.0±6.4 и 167.0±4.7 см соответственно), тяжелее (72.5±5.9 и 55.7±5.9 кг) и имели большее МПК/кг (60.2±5.9 и 51.9±5.1 мл/мин/кг), что согласуется с данными литературы [6] и были старше на 3.7 года. При выполнении теста «до отказа» М достигли большей мощности нагрузки и МПК, хотя ЧСС на пике нагрузки у М и Ж статистически достоверно не различалась. Инверсия зубца *T* в момент выполнения теста «до отказа» была характерна для 68.1% М и 70.1% Ж. При появлении инверсии зубца *T* ЭКГ мощность тестовой нагрузки у М и Ж не имела достоверных статистических различий, но у М были меньше ЧСС и больше ПК. Наиболее часто у М и Ж она встречалась в отведении ЭКГ *aVL* (60.0 и 54.7% соответственно), в V_1 (30.0 и 41.5%) и V_2 (10.0 и 3.8%). У шести (12.8% М) и двух (7.7% Ж) инверсия *T* была одновременно в двух отведениях ЭКГ. В целом инверсия зубца *T* наступала у М и Ж до уровня достижения респираторного порога анаэробного обмена, однако у Ж она появлялась позже и чаще встречалась на восстановлении (41.2% против 20.5%).

Инверсия зубца *T* считается нормой в отведениях III, *aVR* и V_{1-2} [8]. В любом другом отведении она расценивается как аномалия и может быть признаком ишемии миокарда, гипертрофии желудочков, проявлением блокады ножки пучка Гиса [8]. Отрицательный зубец *T* часто выявляют у молодых женщин после гипервентиляции и тахикардии (посттахикардический синдром) [7]. Гипертрофия левого желудочка вызывает инверсию зубца *T* в отведениях I-II, *aVL*, V_{5-6} ги-

пертрофия правого желудочка – в V1-3 [8]. Наличие инверсии зубца T повышает вероятность кардиомиопатии [2]. У здоровых спортсменов инверсия T_{V2-3} на ЭКГ может быть объяснена латеральным смещением правого желудочка [1].

В руководствах по интерпретации ЭКГ спортсменов [4] указано, что инверсия зубца T (за исключением отведений III, aVR, и V₁₋₄) не может считаться физиологической адаптацией, так как у 45% спортсменов была выявлена патология сердца. В настоящее время рекомендуется отдых (приблизительно три недели) для дифференциации физиологических и патологических механизмов глубоких инверсий зубца T [5].

Таким образом, выявлена высокая частота (около 70%) встречаемости инверсии зубца T ЭКГ во время выполнения теста «до отказа» у лиц мужского и женского пола, занимающихся лыжными гонками. Наиболее часто инверсия зубца T встречалась в отведении ЭКГ aVL, реже – в V₁ и еще реже – в отведении V₂. У спортсменок, по сравнению со спортсменами, инверсия зубца T наступала позже и чаще отмечалась на восстановлении, что в большинстве случаев можно рассматривать как посттахикардический синдром. Для раскрытия причин наступления инверсии зубца T ЭКГ у спортсменов необходимы дальнейшие исследования.

Литература

1. Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А., Бойко Е.Р. Функциональная характеристика лыжников-гонщиков Республики Коми // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. 8. № 2. С. 12-20.

2. Хамм К.В., Виллемс Ш. ЭКГ. Карманный справочник / Пер. с нем. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 352 с.

3. Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ / Пер. с англ. М.: Медлит., 2006. 224 с.

4. Brosnan M.J., Claessen G., Heidbuchel H., Prior D.L. and La Gerche A. Right Precordial T-Wave Inversion in Healthy Endurance Athletes Can Be Explained by Lateral Displacement of the Cardiac Apex. // JACC: Clinical Electrophysiology. 2015. №1. P.84-91.

5. Calore C., Zorzi A., Sheikh N., Nese A., Facci M., Malhotra A., Zaidi A., Schiavon M., Pelliccia A., Sharma S., Corrado D. Electrocardiographic anterior T-wave inversion in athletes of different ethnicities: differential diagnosis between athlete's heart and cardiomyopathy // Eur Heart J. 2016. Bd. 21. N 37(32). P.2515-2527.

6. D'Ascenzi F., Anselmi F., Berti B., Capitani E., Chiti Ch., Franchini A., Graziano F., Nistri S., Focardi M., Capitani M., omenico Corrado D., Bonifazi M.,

Mondillo S. Prevalence and significance of T-wave inversion in children practicing sport: A prospective, 4-year follow-up study. // Int J Cardiol. 2019. N 279. P. 100-104.

7. Schnell F., Riding N., O'Hanlon R., Axel Lentz P., Donal E., Kervio G., Matelot D., Leurent G., Doutreleau S., Chevalier L., Guerard S., Wilson M.G., Carré F. Recognition and significance of pathological T-wave inversions in athletes // Circulation. 2015. Bd.131. N2. P.165-173.

8. Whyte G., Somauroo J., Wilson M. and Sharma S. T-wave inversions and the role of de-training in the differentiation of athlete's heart from pathology: is 6 months too long? // Case Reports. 2012; 2012:bcr0620114403-b.

Профилактика гипокинезии у студентов-первокурсников на занятиях элективных курсов по физической культуре

Волков П.Б.

Глазовский государственный педагогический институт,

г. Глазов

e-mail: pbvolk@mail.ru

Разработка и внедрение эффективных инновационных технологий в контексте личностно-ориентированного, системно-деятельностного, интегрированного подходов, направленных на решение важных образовательных задач и формирование социокультурных функций, способствуют модернизации образовательной системы на всех этапах.

Результаты научно-технического прогресса породили проблему гипокинезии, обусловили снижение показателей здоровья студентов. Интенсификация науки и техники создает противоречие с биологической сущностью человека, который не способен меняться столь же стремительно: биологические процессы не сопоставимы с темпами научно-технического прогресса.

Актуализируется проблема снижения двигательной активности студентов, обуславливающая появление гипокинезии, вызывает ряд серьезных изменений в организме будущих специалистов.

Прослеживается закономерность: чем старше возраст обучающихся, тем более распространена гипокинезия в образовательной среде.

Причины распространения гипокинезии в образовательной среде: во-первых, статическое положение сидя при выполнении учеб-

ных заданий, как правило, выполняемых обучающимися; во-вторых, зависимость современных студентов от компьютерных технологий, которые способствуют развитию познавательного интереса, но не повышению двигательной активности.

Студентам по 5-6 ч приходится ограничивать двигательную активность, длительное время выполнять учебные задания в статической позе сидя. Малоподвижное положение отражается на функционировании систем организма, в частности, на сердечно-сосудистой и дыхательной.

Средством профилактики гипокинезии является умеренная двигательная активность и физические нагрузки. Занятия физической культурой и спортом создают предпосылки для развития и совершенствования физических качеств и функциональных возможностей индивидов.

Наряду с физическими и функциональными преобразованиями, занятия физическими упражнениями вызывают положительные эмоции, бодрость, создают хорошее настроение, улучшают аппетит, сон, снижают агрессию.

Таким образом, движение, двигательная активность, регулярные занятия физической культурой и спортом являются необходимыми условиями сохранения здоровья, формирования здорового образа жизни, средством профилактики заболеваний и последствий гипокинезии.

В практике физического воспитания студентов, имеющих низкий уровень развития физических качеств и функциональной подготовленности, возникает проблема выбора прикладных физических упражнений и видов спорта на элективных курсах по физической культуре на 1-2-х курсах в системах высшего и среднего профессионального образования.

Рекомендуемые виды двигательной деятельности: легкая атлетика, спортивные игры, гимнастика. Лыжи попросту не востребованы большей частью обучающихся. Основная причина в том, что у физически плохо развитого студента мускулатура достигает всего 35-40% массы тела. В мышцах уменьшается содержание белков саркоплазмы и сократительного белка миозина. В нетренированных мышцах уменьшается сократительная способность, ухудшается возможность активного и быстрого расслабления. Коэффициент утилизации кислорода мышцами очень низок. Понижается возбудимость мышц, в результате

уменьшаются сила и работоспособность мышечной системы. В функционировании сердечно-сосудистой системы отмечается чрезмерная работа в покое и при нагрузках малой мощности; а также повышенное артериальное давление.

В этом аспекте неподготовленным студентам очень трудно преодолеть дистанцию, например, в 2 тыс. м в беге или 5 тыс. м на лыжах. По этой причине появляются апатия к занятиям физической культурой, необоснованные пропуски занятий или отказ от выполнения физических упражнений.

Кроме того, при гипокинезии высока вероятность заболеваний, снижения иммунитета к инфекциям; возникают предпосылки в дезадаптации организма к действию неблагоприятных факторов внешней среды: стрессовых ситуаций, изменений температурного режима.

С целью повышения моторной плотности занятий физической культурой и снижения простоя на них используются разнообразные виды двигательной деятельности как в отдельно взятом занятии, так и в системе элективных курсов по физической культуре. В подготовительную часть занятия входят малоинтенсивные физические упражнения стретчинга, комплекс статических упражнений. Во время основной части занятия выполняются физические упражнения прикладного характера из кросс-фита, функционального тренинга, степ-аэробики, позволяющих выполнять упражнения в различных зонах работоспособности в определенный отрезок времени. В заключительную часть входят подвижные (национальные) игры, спортивные игры, эстафеты.

Для того, чтобы исключить влияние адаптации на физическую нагрузку предлагаются мероприятия по увеличению объема, интенсивности на выполнение заданий, усложнение упражнений, например, усложнение упражнений, выполняемых в динамическом режиме, происходит за счет: изменения площади опоры, длины рычага; увеличения амплитуды движения; добавления нового движения, вращения; уменьшения визуального контакта; подключения односторонней нагрузки; противодействия внешним воздействиям; увеличения количества повторений, веса; варьирования ритма и скорости выполнения упражнений.

На занятиях элективных курсов по физической культуре оптимизируется соотношение коллективной и индивидуальной работы

со студентами с уклоном на коллективное обучение. Учет нюансов в степени освоения техники двигательных действий студентами предоставляет право преподавателю распределять занимающихся на подгруппы или индивидуально работать со студентом. Индивидуальная работа со студентами направлена на укрепление физических качеств, например, акцент в работе на устранение недостатков в проблемных зонах телосложения или повышение функциональных кондиций. В том и другом случаях преподаватель визуально наблюдает за двигательными действиями студентов, вносит изменения в двигательный режим, мотивирует и стимулирует студентов. Все это, по нашему мнению, приводит к повышению эффективности занятий элективных курсов по физической культуре.

Выраженность двигательной асимметрии при выполнении координационных тестов и технических действий квалифицированных волейболисток

Горская И.Ю., Кардаш А.В., Райчук Д.А.

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,
г. Омск
e-mail: mbofkis@mail.ru

В различных ситуациях игры необходим не просто высокий уровень координационной подготовленности, но и умение действовать максимально эффективно в нестандартных, «неудобных» условиях, когда действие осуществляется с неведущей стороны тела, неведущей рукой, поэтому в процессе координационной подготовки волейболистов этот аспект требует особого внимания.

В исследование ставилась задача изучить специфику координационной и технической подготовленности квалифицированных волейболисток студенческой команды СибГУФК (n=17 чел., уровень квалификации – второй, первый взрослые разряды, КМС).

Выявлена выраженность двигательной асимметрии по всем компонентам координационных способностей, наиболее выраженная по показателям реагирующих способностей, двигательной точности. Для примера результаты оценки выраженности двигательной

асимметрии по показателям общих координационных способностей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Выраженность двигательной асимметрии по показателям координационных способностей волейболисток

| Наименование теста | Результат | | Разница Δ | Выраженность двигательной асимметрии, % |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|---|
| | Ведущая сторона $X \pm \sigma$ | Неведущая сторона $X \pm \sigma$ | | |
| «Челночный бег» 4x9 м, с | 9,3 \pm 1,2 | 10,7 \pm 1,0* | 1,4 | 15 |
| Бег «Ёлочкой» 92 м, с | 26,5 \pm 2,1 | 28,9 \pm 1,5* | 2,4 | 9 |

Примечание. * – достоверность различий при $p < 0,05$ между результатами выполнения ведущей и неведущей руками.

В процессе анализа показателей общих координационных способностей выявлено, что в большей степени выраженность двигательной асимметрии наблюдается при выполнении теста «Челночный бег» (15%). Это можно объяснить тем, что данный тест недостаточно приближен к волейболу, нежели бег «ёлочкой», который испытуемые знали, как выполнять, но испытывали значительные затруднения и задержку выполнения, когда был сделан акцент на неведущую руку.

В целом, анализ выполнения координационных тестов волейболистками ведущей и неведущей руками позволил выявить увеличение выраженности двигательной асимметрии и снижение результатов тестирования по мере усложнения теста. Если в более простых заданиях волейболистки показывали достоверно более низкие значения результатов тестирования при выполнении неведущей рукой на уровне выраженности двигательной асимметрии, не превышающей 15%, то в сложных заданиях выраженность асимметрии – выше практически в четыре и более раз.

Анализ показателей технической подготовленности позволил выявить гораздо более выраженную двигательную асимметрию в выборке волейболисток студенческой команды в сравнении с результатами выполнения координационных тестов (табл. 2).

Таблица 2

*Выраженность двигательной асимметрии
при выполнении технических действий волейболисток*

| Наименование теста | Результат | | Разница Δ | Выраженность двигательной асимметрии, % |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------|---|
| | Ведущая рука $X \pm \sigma$ | Неведущая рука $X \pm \sigma$ | | |
| Верхняя прямая подача с места в 1 зону | 4,94 \pm 0,11 | 1,29 \pm 0,62 | 3,65 | 73,88 |
| Верхняя прямая подача с места в 5 зону | 4,88 \pm 0,22 | 0,82 \pm 0,48 | 4,06 | 83,19 |
| Нападающий удар с места из 2 зоны в 5 | 4,88 \pm 0,21 | 1,88 \pm 0,64 | 3 | 61,47 |
| Нападающий удар с места из 4 зоны в 1 | 4,88 \pm 0,21 | 2,00 \pm 0,71 | 2,88 | 59,01 |

Примечание. * см. прим. табл. 1.

Так, наиболее выражена двигательная асимметрия при выполнении тестов «Верхняя прямая подача с места в 5 зону» (83,19%) и «Верхняя прямая подача с места в 1 зону» (73,88%). С данного технического элемента начинается игра, поэтому игроки должны максимально точно и качественно выполнять его ведущей рукой. Однако навыки результативного выполнения этого элемента неведущей рукой способствовали бы снижению риска перегрузок ведущей руки, особенно в случае имеющихся травм ведущей руки, которые часто бывают у спортсменов игровых видов спорта.

Что касается анализа результатов выполнения нападающего удара в разные зоны, то в этих случаях выявлено также значительное проявление двигательной асимметрии (59-61%), что свидетельствует о том, что в основных технических действиях спортсменки могут эффективно действовать только ведущей рукой. В игровых ситуациях, когда необходимо действовать с неудобной стороны неведущей рукой, результативность спортсменки будет заведомо низкой, что приведет к потере очков.

Проведенный анализ результативности технических действий волейболисток студенческой команды на примере атакующих действий ведущей и неведущей сторонами в нестандартной ситуации в игре позволил выявить значимое снижение эффективности действий (почти в четыре раза) неведущей стороной тела.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения специальных тренировочных воздействий, направленных на снижение выраженности двигательной асимметрии, проявляющейся при выполнении координационно-сложных действий. На наш взгляд, наиболее эффективно этого можно достигнуть, применяя акцентированный тренинг на неведущую руку/сторону. Для этого нами были разработаны практические рекомендации для тренеров студенческой команды и спортсменок, содержащие указания по применению средств координационной направленности (упражнений, комбинаций, имитаций игровых ситуаций), а также специально подобранных методических приемов для повышения эффективности таких занятий. Упражнения должны быть направлены преимущественно на повышение специальной координационной подготовленности, учитывая специфику студенческого волейбола и лимит времени на подготовку. Безусловно, необходимо понимать, что при прочих равных условиях, тогда, когда это возможно, спортсменка должна действовать ведущей рукой. Но при возникновении нетиповых ситуаций совершенствование действий неведущей рукой может способствовать повышению результативности игровых действий, уменьшению риска потери мяча.

Гигиеническая оценка рациона питания юных лыжников 15-16 лет в условиях учебно-тренировочных сборов

Гуштурова И.В.

Удмуртский государственный университет,

г. Ижевск

e-mail: gushturova_iv@mail.ru

Актуальность. В настоящее время одной из важных проблем является проблема правильного питания у спортсменов-школьников. Повышенные физические нагрузки предъявляют особые требования к обеспечению организма юных спортсменов энергией и питательными веществами. Правильно организованное (в количественном и качественном отношении) питание детей – обязательное условие для их нормального развития, играющего важную роль в повышении работоспособности.

Несмотря на высокую значимость фактора питания для адаптации организма к физическим нагрузкам и влияния на спортивный результат, в доступной нам литературе мы не обнаружили работ, посвященных систематическому наблюдению и гигиенической оценке суточного рациона питания юных спортсменов-лыжников 15-16 лет Удмуртской республики в условиях тренировочных сборов.

Цель работы – изучить и дать гигиеническую оценку (макро- и микронутриентного состава) пищевого рациона юных лыжников 15-16 лет с. Сюмси в условиях тренировочного процесса. Дать сравнительный анализ структуры питания юных лыжников при самостоятельном питании (тренировочный сбор с. Сюмси) и организованном питании в условиях учебно-тренировочного сбора (с. Орловское).

Результаты исследования. В течение двух месяцев мы изучали рацион питания юных лыжников 15-16 лет с. Сюмси. При анализе пищевого рациона школьников учитывались: энергетическая ценность пищевого рациона, макронутриентный состав (белки, жиры, углеводы), микронутриентный состав (основные витамины – В1, Е, С, А) и минеральные вещества (Са, Р, Mg, Fe). Питание каждого школьника-спортсмена исследовалось ежедневно в течение семи дней для исключения случайных величин и определения типичного для каждого ребенка рациона питания. Это позволило вычислить средние, типичные для каждого ребенка показатели состава пищевого рациона за неделю.

На первом этапе исследования нами в течение месяца изучалось питание юных лыжников в условиях тренировочного сбора в с. Сюмси (дети питались самостоятельно). По нашим данным, энергетическая ценность рациона питания юных лыжников составила $2354,91 \pm 63,79$ ккал, что в среднем на 545,09 калорий ниже возрастной нормы. Таким образом, калорийность питания юных лыжников недостаточна (см. таблицу).

Вызвал тревогу также макронутриентный состав пищевого рациона у юных лыжников. Каждому из изученных нами школьников не хватает в рационе питания содержания белков, жиров и углеводов. Так, среднее содержание белков в рационе сюзинских лыжников составило $62,89 \pm 1,94$ г (отклонение от нормы достигало 41,2%), жиров – $72,62 \pm 1,36$ г (отклонение от гигиенической нормы – 28,8%), углеводов – $304,52 \pm 8,19$ г (отклонение – 24,8%). Таким образом, пищевой рацион юных лыжников по основным макронутриентам не достаточен.

Таблица

Энергетическая ценность, макро- и микронутриентный составы
пищевого рациона лыжников 15-16 лет с. Сямси

| Учебно-тренировочные сборы | Энерг. ценность | Макронутриенты | | | Микронутриенты | | | | |
|----------------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | Б,г | Ж,г | У,г | А,мкг | С,мг | Е,мг | Са,мг | Р,мг |
| С | 2354,9 ± 63,7 | 62,8 ± 1,9 | 72,62 ± 3,6 | 304,5 ± 8,1 | 4,02 ± 0,1 | 71,36 ± 3,45 | 9,12 ± 0,28 | 539,1 ± 19,9 | 814,45 ± 9,13 |
| О | 3257,5 ± 17,8 | 119,2 ± 5,9 | 122,0 ± 8,0 | 464,9 ± 31,0 | 39,9 ± 15,5 | 227,6 ± 45,3 | 21,7 ± 1,3 | 1033,9 ± 186,2 | 1956,8 ± 86,63 |

Примечание. С – с. Сямси, О – с. Орловское.

При анализе микронутриентного состава пищевого рациона сямсинских лыжников выявлено небольшое снижение содержания витамина В1 (среднее содержание витамина В1 составило $1,48 \pm 0,05$ мг, отклонение – 1,3%) и существенное снижение содержания витамина С ($71,36 \pm 3,45$ мг, отклонение – 20,7%). Так же выявлен большой недостаток жирорастворимых витаминов. Среднее содержание витамина А составило $4,02 \pm 0,14$ мкг (отклонение – 66,5%), витамина Е – $9,12 \pm 0,28$ мг (отклонение – 39,1%). Таким образом, витаминный рацион не сбалансирован, особенно по жирорастворимым витаминам.

При анализе минерального состава пищевого рациона Сямсинских лыжников было выявлено снижение содержания Са – $539,17 \pm 19,95$ мг (отклонение – 55,1%), Р – $814,45 \pm 9,13$ мг (отклонение – 54,7%), а также незначительное снижение содержания Fe – $11,09 \pm 0,33$ мг (отклонение – 2,6%), Mg – $295,54 \pm 2,99$ мг (отклонение – 1,48%). По нашим данным, минеральный состав питания лыжников так же не сбалансирован.

Таким образом, мы видим, что в течение тренировочного сбора (с. Сямси) рацион питания юных лыжников не соответствует гигиеническим нормам. Энергетическая ценность пищевого рациона снижена. Содержание белков, жиров, углеводов, витаминов (С, Е, А) и основных минералов (кальций, фосфор, магний, железо) так же ниже возрастной нормы.

На втором этапе в течение месяца мы изучили рацион питания юных лыжников в условиях тренировочного сбора в с. Орловское. При анализе данных рациона питания мы выявили, что лыжники в условиях сбора в Орловском лагере питались значительно лучше. Питание юных лыжников было организовано, поэтому не удивительно, что

рацион питания юных лыжников в условиях сбора в с. Орловском во всех компонентах существенно изменился в лучшую сторону. Возросла энергетическая ценность, улучшился макро- и микронутриентный состав. Потребление основных компонентов рациона при организованном питании юных лыжников находилось в пределах физиолого-гигиенической нормы или даже превышало ее по некоторым компонентам.

Выводы:

1. Выявлено, что энергетическая ценность пищевого рациона у подростков при неорганизованном питании не соответствует возрастной норме в 100% случаев. Все исследуемые нами сямсинские школьники имеют недостаточную калорийность пищевого рациона.

2. Органический, витаминный и минеральный составы пищевого рациона при неорганизованном питании у детей с. Сямси существенно нарушены. Все подростки испытывают дефицит белков, жиров и углеводов, основных витаминов (А, В1, С и Е) и минералов (Са, Р, Mg и Fe) в пищевом рационе.

3. При организованном питании в условиях сбора в Орловском лагере лыжники питались значительно лучше. Повысилась энергетическая ценность, улучшился макро- и микронутриентный состав. Потребление основных компонентов рациона при организованном питании юных лыжников находилось в пределах физиолого-гигиенической нормы или даже превышало ее по некоторым компонентам.

Сердечно-сосудистая система у элитных спортсменов-лыжников в периоды сезонной подготовки к соревнованиям

Дерновой Б.Ф.¹, Прошева В.И.²

¹Медико-санитарная часть МВД Российской Федерации по Республике Коми, г. Сыктывкар;
e-mail: dernowoy@yandex.ru.

²ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар;
e-mail: V.Prosheva@physiol.komisc.ru

Актуальность. Природно-климатические условия Севера неблагоприятно воздействуют на организм человека [1]. Имеющиеся в

литературе данные свидетельствуют, что у северян при адаптации к холоду модифицируется деятельность сердечно-сосудистой системы [2, 4]. Установлено, что модулирующее влияние сезонных природных факторов сохраняется и в период мобилизации организма [3, 4]. Однако до сих пор остается мало изученным важный для физиологии и медицины аспект специфики функционирования сердца и сосудов у северян с высоким уровнем физической подготовки и интенсивно тренирующихся на холоде, представляющий повышенный интерес для специалистов в области кардиологии и спортивной медицины.

Цель работы – изучение специфики функционирования сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при подготовке к соревнованиям в контрастные по температуре сезоны года.

Материалы и методы. Исследовали в декабре (температура атмосферы – $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) и июле (температура воздуха – $+23,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) одну и ту же группу, состоящую из 16 мужчин (возраст – $30 \pm 6,7$ лет; рост $177 \pm 3,1$ см, масса тела зимой $71,6 \pm 5,6$ кг, летом – $70,9 \pm 5,2$; площадь поверхности тела (ППТ) зимой $1,88 \pm 0,07\text{ м}^2$, летом – $1,87 \pm 0,06$), проживающих на Европейском Севере (62° с.ш.) в г. Сыктывкаре, в период подготовки к соревнованиям (зимой гонки на лыжах, летом – на лыжероллерах). Испытуемые имели многолетний (от 7 до 17 лет) стаж занятий лыжными гонками (уровень спортивной квалификации – от кандидатов в мастера спорта до мастеров спорта международного класса). Режим и объем сезонных тренировок у спортсменов при подготовке к соревнованиям традиционно высок. За предшествующие три недели до исследований тренировочный режим по сезонам соответствовал шести тренировкам в неделю по 2-3 ч в день, с преодолением расстояния зимой на лыжах, летом – бег на лыжероллерах или кроссы в среднем по 25-30 км за время тренировки. В день исследований жалоб на плохое самочувствие и объективных отклонений в здоровье у испытуемых не было. Инструментальные обследования сердечно-сосудистой системы проводили до приема пищи и тренировок, с 12 до 14 ч дня, в условиях кабинета функциональной диагностики при температуре в помещении зимой $20,0 \pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, летом – $24,5 \pm 1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тестирования проводили с соблюдением этических медико-биологических норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества. Эхокардиографическое (ЭхоКГ)

исследование испытуемых осуществляли общепринятым методом [8] кардиологическим датчиком 2-5 Мгц с помощью ультразвукового сканера MyLab Class C ESAOTE (Италия). Методом эходопплеркардиографии в М и В режимах измеряли параметры сердца: конечно-диастолический размер левого желудочка (КДрЛЖ), конечно-систолический размер левого желудочка (КСрЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПд) и систолу (ТМЖПс), толщину задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСЛЖд) и систолу (ТЗСЛЖс), диастолический размер полости правого желудочка (ДрПрЖ), толщину свободной стенки правого желудочка (ТПрЖ), передне-задний размер полости левого предсердия (дЛПр), продольный и поперечный размер правого предсердия (дПрПр), диаметр корня аорты в систолу (дАо), диаметр корня легочной артерии в систолу (дЛег). Линейную скорость кровотока в корне аорты (V_{Ao}), линейную скорость кровотока в корне легочной артерии ($V_{Лег}$), трансмитральный кровоток раннего (V_{Em}) и позднего (V_{Am}) диастолического наполнения левого желудочка, транстрикуспидальный кровоток раннего ($V_{Eтр}$) и позднего ($V_{Aтр}$) диастолического наполнения правого желудочка измеряли в режиме импульсного доплеровского исследования. Скорость регургитации на трикуспидальном клапане (V_{Tr}) и градиент давления регургитации на трикуспидальном клапане (P_{Tr}) измеряли в режиме постоянно-волнового доплеровского исследования в м/с и в мм рт. ст. соответственно, а время кровотока в корне легочной артерии ($T_{Лег}$) оценивали по доплеру в мс. Расчеты фракции выброса (ФВ), фракции укорочения левого желудочка (ФУЛЖ), укорочения толщины межжелудочковой перегородки (УтМЖП), укорочения толщины задней стенки левого желудочка (УтЗСЛЖ) производили в %, частоту сердечных сокращений (ЧСС), измеряемую в уд/мин, определяли с помощью программы, установленной в эхокардиографе. Ударный объем (УО) – в мл, массу миокарда (ММ) – в г, индекс массы миокарда (ИММ) – отношение ММ/ППТ в г/м², конечно-диастолический (КДОЛЖ) и конечно-систолический (КСОЛЖ) объемы левого желудочка определяли с помощью программы, имеющейся в ультразвуковом сканере. Дополнительно рассчитывали соотношение скоростей потоков – V_{Em}/V_{Am} и $V_{Eтр}/V_{Aтр}$, относительную толщину задней стенки (ОТС) левого желудочка вычисляли по формуле: $(ТЗСЛЖдх2)/КДОЛЖ$ [7, 9]. Минутный объем кровообращения (МОК) рассчиты-

вали по общеизвестной формуле. Систолическое давление в легочной артерии определяли путем суммирования значений градиента давления регургитации на трикуспидальном клапане и градиента давления в полости правого предсердия, принятого за 5 мм рт. ст. для исследуемых, у которых не выявлено увеличения диаметра нижней полой вены и установлено инспираторное коллабирование одноименной вены более чем на 50% [7]. Систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление измеряли в мм рт. ст. в ходе проведения эхокардиографического исследования с помощью измерительного прибора «ОМРОН-М1 Plus» (Япония). Регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях осуществляли после ЭхоКГ обследования на аппарате FX-3010 «FUKUDA DENSHI» (Япония). На следующем этапе исследования системы кровообращения, утром, натощак, у спортсменов в лабораторных условиях методом электрохемилюминисцентного иммуноанализа определяли в сыворотке крови количество N – концевой фрагмента мозгового натрийуретического пептида (В-типа) – N-концевой пропептид (NT-proBNP) в пг/мл [6] на оборудовании «Cobas 601» от производителя Roche Professional Diagnostics (Швейцария). Статистический анализ проводили с помощью программы «SPSS 17.0». Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Так как некоторые данные не подчинялись закону нормального распределения, результаты описательной статистики представлены в виде медианы (Me), первого и третьего (Q1 и Q3) квартилей. Для статистического парного сравнения применяли непараметрический W-критерий Вилкоксона. Различия считали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования. У обследованных спортсменов отмечена тенденция к снижению показателя ЧСС зимой, который составлял 55 (50; 60) уд/мин., а летом – 57 (51; 67) уд/мин. Длительность интервала QRS в холодное время года относительно лета увеличивалась от 0,09 до 0,10 с ($p=0,0052$). Амплитуда зубца S_{V_1} в правом грудном отведении, отражающая терминальный процесс деполяризации миокарда желудочков, повышалась от 0,70 до 0,84 с ($p=0,036$). Системная гемодинамика зимой относительно лета характеризовалась меньшими значениями САД – 114,0 против 124,0 мм рт. ст., с ($p=0,0012$) и ДАД – 49,5 против 62,5 мм рт. ст., с ($p=0,0009$). В зимний сезон отмечены большие размеры дЛПР – от 39,0 до 39,4 с ($p=0,0340$), КДрЛЖ – от 54,5

до 55,2 с ($p=0,0184$), КСрЛЖ – от 33,4, до 35,6 с ($p=0,0280$), КДОЛЖ – от 144 до 149, с ($p=0,0110$), КСОЛЖ – от 45,6 до 53,2 с ($p=0,0131$). Обнаружено, что в холодное время года увеличиваются V_{Em} от 0,76 до 0,85 с ($p=0,0012$), V_{ETr} от 0,58 до 0,64 с ($p=0,0012$), V_{ATr} от 0,34 до 0,40 с ($p=0,0059$) и $T_{Лег}$ от 350 до 370 мс с ($p=0,0125$). Установленные зимой морфометрические (ТМЖПд, ТЗСЛЖд, ММ, ИММ, ОТС, УтМЖП, УтЗСЛЖ) и функциональные (УО, V_{Tr} , P_{Tr}) параметры сердца, свидетельствующие об эксцентрической гипертрофии левого желудочка, о большем вкладе в глобальную сократимость левого желудочка свободной стенки миокарда, а также о повышенном ударном объеме и сниженной барьерной функции трикуспидального клапана у обследуемых спортсменов [5] изменились мало в сравнении с летними значениями. Зимой, в восстановительный период после тренировки, фоновое содержание в сыворотке крови испытуемых NT-proBNP было ниже примерно в три раза, чем летом – 8,5 против 27,0 пг/мл, с ($p=0,024$).

Заключение. Сердечно-сосудистая система у элитных спортсменов-лыжников в периоды сезонной подготовки к соревнованиям характеризовалась устойчивыми приспособительными структурно-функциональными изменениями. В холодное время года затрагивается процесс деполяризации миокарда, повышается влияние вагуса на тонус резистивных сосудов, увеличивается кардиогемодинамика и снижается базальная секреторная функция миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки.

Литература

1. Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера / Отв. ред. Е.Р. Бойко. Сыктывкар, 2012. 443 с.
2. Бочаров М.И., Дерновой Б.Ф. Модификация структурно-функционального ответа сердца и системной геодинамики на кардиоселективный β_1 -адреноблокатор у лиц с артериальной гипертонией при адаптации к холоду // Физиология человека. 2016. Т. 42. №2. С. 71-82.
3. Дерновой Б.Ф. Хронотропный эффект функциональных проб в период мобилизации организма человека // Экология человека. 2016. № 2. С. 31-35.
4. Дерновой Б.Ф. Реакция сердца и системной гемодинамики на физическую нагрузку у человека при адаптации к холоду // Экология человека. 2017. № 2. С. 27-31.
5. Дерновой Б.Ф., Прошева В.И. Комплексная оценка сердечно-сосудистой системы спортсменов-лыжников зимой в период подготовки к соревнованиям // Экология человека. 2018. №8. С. 46-51.

6. Козлов И.А., Харламова И.Е. Натрийуретические пептиды: биохимия, физиология, клиническое значение // Общая реаниматология. 2009. Т.5. №1. С. 89-97.

7. Новиков В.И., Новикова Т.Н. Эхокардиография: Методика и количественная оценка. М.: МЕДпресс-информ, 2017. 96 с.

8. Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. М., 1993. 347 с.

9. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J Am Soc Echocardiogr. 2015. Vol. 28. N 1. P. 1-39.

Показатели фактического питания лыжников-гонщиков в соревновательный период

Есева Т.В., Людина А.Ю., Потолицына Н.Н.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
e-mail: es_tat@mail.ru

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений, что для достижения высоких спортивных результатов вопросы рационального питания имеют особое значение [3,6,7].

Изучено фактическое питание 10 лыжников-гонщиков сборной команды Республики Коми, принимавших участие в Чемпионате России по лыжным гонкам (Малиновка, 2019 г.). Подсчет пищевой и энергетической ценности суточных рационов производился с помощью разработанной в Отделе экологической и медицинской физиологии оригинальной компьютерной программы «Спорт: расчет и анализ рациона» [2]. Питание спортсменов было организовано на базе столовой, в меню которой отмечены пять приемов пищи: завтрак, обед, полдник, ужин и сонник.

На рис. 1 представлены данные по фактическому потреблению макронутриентов и энергии с суточными рационами питания спортсменов, выраженные в процентах от нормы, рекомендованной Рос-



Рис. 1. Фактическое питание участников соревнований (% от нормы, рекомендуемой Роспотребнадзором).

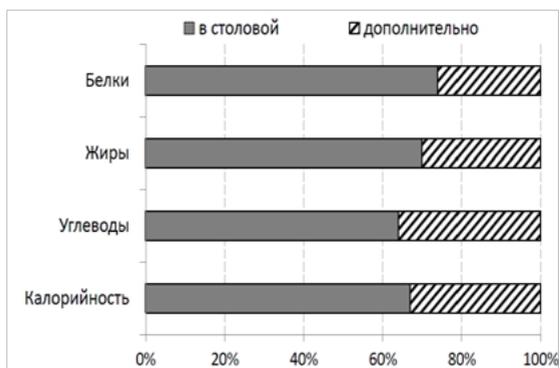
потребнадзором (2008) [4] для V группы населения (очень высокая физическая активность, $k=2,5$), в которую отнесены спортсмены высокой квалификации в соревновательный период [5].

Как мы видим, в целом количественный состав суточного питания соответствовал специфике соревновательных нагрузок лыжников-гонщиков. Однако отмечено повышенное потребление жирового компонента на 25% и сниженное потребление углеводов на 12% (в подсчете данных по фактическому питанию употребление спортивных напитков не учитывалось!).

Но питание спортсменов имеет ряд особенностей по сравнению с питанием людей, просто выполняющих тяжелую физическую работу: интенсивность энергозатрат у спортсменов значительно выше, так как работа максимальной мощности выполняется в анаэробном режиме (в условиях кислородного долга), в то время как трудовая деятельность обеспечивается аэробным способом получения АТФ [7]. Есть данные, что в лыжном спорте расход энергии в соревновательный период составляет 7 тыс. ккал [3] и может превышать 10 тыс. ккал [5,7].

Принимая вышеизложенное во внимание, можно сделать вывод, что меню столовой по энергетической ценности неполноценно на 37% от специальных рекомендаций для лыжников-гонщиков в соревновательный период [3] и не решало проблемы повышения работоспособности, отдаления времени наступления утомления и ускорения процессов восстановления после физической нагрузки. Действительно, при опросе практически все респонденты отмечали, что удовлетворяли свои потребности в еде самостоятельно, дополнительно покупая

Рис. 2. Структура суточных рационов питания спортсменов: доля основного и дополнительного источников поступления макронутриентов и энергии.



продукты в магазине. При анализе источников питания спортсменов обнаружено, что значительная часть пищевых и энергетических ресурсов покрывалась за счет дополнительных приемов пищи (рис. 2).

Таким образом, выявлены отклонения фактического питания лыжников от адекватного снабжения организма питательными веществами и энергией: 1) недостаточное количество углеводного и избыток жирового компонентов пищи; 2) энергоценность суточных рационов питания не соответствует энергозатратам спортсменов на соревновательном этапе.

Литература

1. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. М.: Мир, 2000. С.438-458.
2. Есева Т.В. Компьютерная программа в помощь спортсменам для контроля за питанием // Вопросы питания. Т.84. № 3. 2015. С.32-33.
3. Олейник С.А. и др. Спортивная фармакология и диетология. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. С.41-91.
4. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения Российской Федерации. Утв. Роспотребнадзором 18.12.08 г. – <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=453316>
5. Новиков В.С., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б. Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях. СПб.: Политехника-принт, 2017. 346 с.
6. Ekblom B., Bergh U. Cross-country Skiing // Nutrition in Sport / Maughan R.M. (Ed). - Blackwell Science Ltd., 2000. P. 656-662.
7. Kersick C/M et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations // Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2018 Aug 1; 15(1):38. doi: 10.1186 / s12970-018-0242-Y.

Исследование коэффициента эффективности потребления кислорода у лиц призывного возраста, систематически занимающихся спортом

Кабанов М.В.¹, Мызников И.Л.¹, Белогорцев Д.О.², Кисина (Шереверова) А.А.¹

¹ Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем, г. Санкт-Петербург, e-mail: myznikov@nm.ru

² СПбГУП «Пассажиравтотранс “Медсанчасть № 70”», г. Санкт-Петербург

В практике оценки результатов нагрузочного тестирования используется показатель обобщенной эффективности работы кислородотранспортной системы организма – коэффициента эффективности потребления кислорода (КЭПК, отн.ед.) [1]. В отличие от других показателей, таких как МПК или выполненная работа, этот показатель рассчитывается за весь период нагрузки и не связан с ее выполнением «до отказа». Включение КЭПК в заключение по результатам нагрузочного тестирования дает дополнительную возможность оценивать функциональное состояние организма и его динамику даже в тех случаях, когда одно из исследований не выполнено «до отказа». Кроме того, в литературе описана сильная корреляционная связь данного показателя с временем бега на 3 км [4]. В настоящем исследовании мы проанализировали распределение показателя КЭПК с целью его дальнейшего нормирования в обследованной группе лиц.

Объекты и методики исследования. Нами были оценены тесты призывников первой и второй возрастных групп, систематически занимающихся спортом и имеющих спортивные разряды и звания (кандидаты в мастера спорта и мастера спорта) (n = 109), выполнявшие с использованием беговой дорожки по работе [2].

КЭПК рассчитывался как угловой коэффициент линейной зависимости, полученной путем линейной экстраполяции графика отношения скорости потребления кислорода минутного к логарифму минутного объема дыхания. Кроме общего значения КЭПК в тесте мы рассчитали КЭПК 25 (коэффициент эффективности потребления кислорода в первой четверти продолжительности выполнения теста), КЭПК 75 (соответственно – $\frac{3}{4}$ тестирования), а также КЭПК ПАНО (КЭПК за время до достижения ПАНО).

Нормирование проведено в рамках сигмальных коридоров и на основе функции желательности Харрингтона [2]. Проведена оценка корреляции между этими параметрами и построена факторная модель.

Результаты и обсуждение. Анализ полученных данных продемонстрировал, что большая доля испытуемых входила в диапазон значений КЭПК от 3500 до 4000 отн. ед. (см. рисунок). Взаимодействие параметров между собой, оцененное по уровню взаимосвязанности параметров представлено в таблице.

При построении факторной модели по обсуждаемым четырем показателям выделено, что этот фактор участвует в формировании 42,5% учитываемой дисперсии, при том, что больше всего он коррелирует с КЭПК ($r = 0,731$) и КЭПК 25 ($r = 0,810$). КЭПК 50 и КЭПК ПАНО не имели с ним достоверно взаимно обусловленной связи.

В пределах сигмальных коридоров нами рассчитаны величина КЭПК ХСР $\pm 1,5 \sigma$ [2708,35; 5412,07], а также границы квантилей Q25%:Q75% [3529; 4567]. Только 5,5% наблюдений вышло за диапазон $\pm 2\sigma$.

Применение функции Харрингтона позволило рассчитать для КЭПК пороговое значение для $d = 0,63$, что равнялось 4736 отн. ед. Диапазон значений выше этой границы лингвистически трактуется как «отличные результаты» для исследованного контингента. А значения «нормы» распределяются в диапазоне ХСР $\pm 1,5 \sigma$.

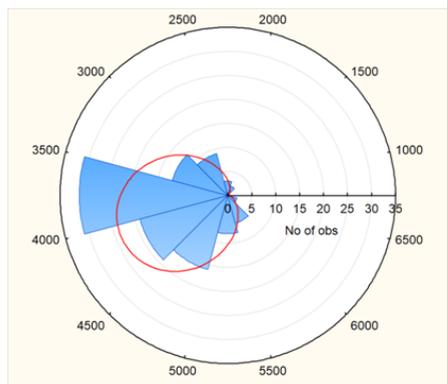


Рисунок. Распределение испытуемых по градациям значений показателя.

Таблица
Парные коэффициенты корреляции
(по Spearman)

| Коэффициенты | КЭПК 25 | КЭПК 50 | КЭПК ПАНО |
|--------------|----------|----------|-----------|
| КЭПК | 0,442170 | 0,631621 | 0,502009 |
| КЭПК 25 | – | 0,755424 | 0,670044 |
| КЭПК 50 | – | – | 0,800632 |

Таким образом, значения ниже 2244,37 отн. ед. можно считать крайне низкими; от 2245,37 до 2700,19 – сниженными; от 2700,19 до 4736,0 – средними, от 4736,0 до 5435,07 – выше среднего, от 5435,07 отн. ед. – высокими.

В нашем исследовании мы продемонстрировали наличие пороговых значений, позволяющих разделить значения КЭПК на интервалы с дальнейшей их лингвистической интерпретацией, что поможет в стандартизации описания результатов нагрузочного тестирования в аналогичной возрастной группе спортсменов-любителей.

Литература

1. Избранные лекции по спортивной медицине: учебное пособие / С.М. Разинкин [и др.]; Под общ. ред. С.М. Разинкина, А.С. Самойлова. М.: Изд-во «Научная книга», 2018. 664 с. (ФГБУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России).

2. Кабанов М.В., Носов В.Н. Коэффициент эффективности потребления кислорода (OUES) и вентиляторный эквивалент диоксида углерода, как показатели уровня тренированности // Проблемы изучения резистентности организма к действию экстремальных факторов внешней среды: Материалы XII научно-практической конференции. Кафедра нормальной физиологии ВМедА (31 мая 2019 года). СПб.: ВМедА, Б.и, 2019. С. 86-89.

3. Обобщенная функция полезности и ее применение / Под. ред. С.Г. Федорченко. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2011. 196 с.

4. Baba R., Nagashima M., Nagano Y., Ikoma M., Nishibata K. Role of the oxygen uptake efficiency slope in evaluating exercise tolerance / Arch Dis Child. 1999. №81. P. 73-75.

Рациональная физическая активность как фактор экономизации функций сердца при умственной деятельности у мужчин

Кузнецова О.Б.

Уральский филиал Российской академии живописи, ваяния и зодчества им. Ильи Глазунова, г. Пермь
e-mail: o_b_k@bk.ru

Жизнь современного человека невозможна без стресса. В качестве стрессора-раздражителя, вызывающего стрессовую реакцию, могут выступать как физические, так и эмоциональные и интеллекту-

альные нагрузки. Организм реагирует на стресс изменениями сердечного ритма, артериального давления, гормональными перестройками. Длительные стрессы отрицательно сказываются на здоровье, приводят к заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

Сердечно-сосудистые заболевания занимают ведущее место в структуре заболеваемости взрослого населения и являются основной причиной смертности во всем мире и в России в частности. Доступные статистические данные по России указывают на то, что гипертонией страдают не менее 40% населения: 58% женщин и 37% мужчин болеют артериальной гипертензией, лечится только 48% женщин и 21% мужчин, но целевого значения артериальное давление достигает лишь у 17,5% женщин и 5,7% мужчин [1]. Женщины, как правило, более внимательно относятся к своему здоровью. Повышение пенсионного возраста в России придает сохранению здоровья и длительной профессиональной работоспособности еще большую социальную значимость.

В условиях интенсивной умственной работы возрастает необходимость применения профилактических средств, способных снизить вегетативные реакции организма и тем самым уменьшить вероятность развития стрессорных нарушений. Предпочтительнее использовать немедикаментозные средства, действие которых направлено на мобилизацию естественных защитных механизмов. Наиболее доступным и эффективным средством профилактики сердечно-сосудистых заболеваний является рациональная физическая нагрузка.

В нашем исследовании рассматривалось влияние регулярных физических упражнений различной направленности на выраженность вегетативных реакций при умственной нагрузке.

Исследование проводили на студентах-юношах пятых курсов (21-23 года) Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Испытуемые были разделены на две группы. В первую группу вошли студенты с высоким уровнем двигательной активности, обучавшиеся на факультете физической культуры ПГГПУ, во вторую – студенты физического факультета с низким уровнем двигательной активности.

Сердечный ритм у студентов регистрировали с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард» в условиях покоя в положении сидя и во время решения в уме арифметических задач. Оцени-

вали характер реакции различных звеньев регуляции ритма сердца на умственную нагрузку.

Анализ хронотропной реакции сердца показывает, что у юношей с высоким уровнем физической активности прирост частоты сокращений сердца (ЧСС) в ответ на умственную нагрузку составил 9,7 уд/мин (13,6%), а в группе 2 – 12,1 уд/мин (14,7%). Необходимо отметить, что в состоянии покоя величина ЧСС у студентов обеих групп значительно отличается: если в первой группе она составляет 71,6 уд/мин, то во второй – 82,3 уд/мин ($p < 0,001$). Очевидно, что в покое ЧСС у студентов первой группы находится под сильным влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, обусловленным высоким уровнем физической активности. Вегетативные механизмы адаптации к умственной нагрузке у студентов обеих групп имеют значительные различия. Так, для студентов второй группы характерно существенное снижение активности парасимпатического звена регуляции в ответ на умственную нагрузку. Вариабельность сердечного ритма у студентов первой группы в ответ на умственную нагрузку не снижается, о чём свидетельствует отсутствие значимых изменений основных спектральных функций сердечного ритма.

При анализе состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы выявлены следующие особенности: студенты обеих групп реагируют на умственную нагрузку увеличением симпатического тонуса, выраженным в разной степени. Если прирост индекса напряжения (ИН) во второй группе составил 54,4%, то в первой – 36,3. Можно предполагать, что реакция на умственную нагрузку у студентов с низким уровнем физической активности проявляется на фоне значительного увеличения симпатической активности при одновременном ослаблении степени парасимпатических влияний на ритм сердца. У юношей с высоким уровнем физической активности реакция на умственную нагрузку осуществляется при умеренном увеличении симпатического тонуса и отсутствии выраженной реакции парасимпатического звена регуляции.

Это отражает принципиально разные варианты вегетативных реакций на умственную нагрузку в зависимости от уровня физической активности. Чем ниже этот уровень у юношей, тем больше выражен спектр изменений вариабельности сердечного ритма в ответ на умственную работу.

Важную информацию об адаптационных резервах организма несет уровень артериального давления (АД). Анализ изменений АД при умственной нагрузке показал следующее: у юношей обеих групп умственная нагрузка не вызывает статистически значимых изменений САД и ДАД. Однако как в условиях относительного покоя, так и при умственной нагрузке у юношей с низким уровнем физической активности величина САД и среднего АД значимо выше по сравнению со студентами первой группы.

Все вышеперечисленное свидетельствует о том, что энергозатраты на обеспечение жизнедеятельности организма в континууме функциональных состояний у студентов с низкой физической активностью существенно выше, чем у юношей с высоким уровнем физической активности [2]. Это говорит о необходимости регулярных занятий физической культурой с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Необходимо отметить, что современный спорт становится все более интеллектуальным. Разнообразие методик тренировки и восстановления, сложные технологии изготовления и подбора инвентаря и оборудования, увеличение доли тактической и психологической составляющей, возросшая конкуренция практически во всех видах спорта требуют от спортсмена не только хороших физических данных, но и постоянной мыслительной работы. Сочетание умеренной физической нагрузки с интеллектуальной деятельностью можно рассматривать как средство сохранения активного долголетия и профилактики когнитивных нарушений.

Популяризации регулярных занятий физической культурой и спортом призваны способствовать такие явления, как развитие фитнес индустрии, растущая популярность спортивно-массовых мероприятий, регулярная диспансеризация населения, обязательные профессиональные медицинские осмотры и введение Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО.

Литература

- 1.Климов А.В., Денисов Е.Н., Иванова О.В. Артериальная гипертензия и ее распространенность среди населения // Молодой ученый. 2018. №50. С. 86-90.
- 2.Кузнецова О.Б. Вариабельность ритма сердца в процессе учебной деятельности студентов с разным уровнем физической активности: Дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2007.

Возрастные и половые особенности variability сердечного ритма у лыжников-гонщиков 15-18 лет

Марков А.Л.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: volkarb@mail.ru

Лыжные гонки – один из наиболее популярных зимних видов спорта. Соревнования по данному виду спорта проводятся в разных возрастных группах. В Российской Федерации соревнования по лыжным гонкам среди юношей и девушек проходят в трех возрастных группах: до 14 лет (младший возраст), 15-16 (средний возраст) и 17-18 лет (старший возраст).

Цель данного исследования – изучение возрастных и половых особенностей variability ритма сердца (ВСР) у лыжников-гонщиков Республики Коми 15-18 лет, проживающих на Европейском Севере.

В общеподготовительный период обследовано 94 юношей и девушек в возрасте от 15 до 18 лет, входящих в состав сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам (I разряд и кандидаты в мастера спорта) (см. таблицу). Массу и длину тела измеряли на медицинских весах с ростомером. Исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН. Все спортсмены подписали добровольное согласие на участие в комплексном обследовании.

Таблица
Количество обследованных лиц
и антропометрические параметры
($M \pm SD$)

| Пол | Возраст, лет | n | Длина тела, см | Масса тела, кг |
|---------|--------------|----|--------------------|-------------------|
| Юноши | 15-16 | 19 | 174,8 $\pm 6,6$ | 67,0 $\pm 5,9$ |
| | 17-18 | 27 | 174,9 $\pm 5,1$ | 67,9 $\pm 4,6$ |
| Девушки | 15-16 | 23 | 165,9 $\pm 5,1$ | 56,8 $\pm 5,9$ |
| | 17-18 | 25 | 165,8 $\pm 5,9$ | 56,6 $\pm 6,5$ |

В эксперименте использовали аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007» (Медицинские компьютерные системы, г. Зеленоград). Электрокардиограмму регистрировали в положении лежа и стоя (ортостатическая проба) в одном из стандартных отведений продолжительностью по 5 мин. Вычисляли такие параметры ВСР, как частота сердечных сокращений (ЧСС),

стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), стресс-индекс (SI), суммарная мощность спектра (TP), абсолютные и относительные значения мощности спектра высокочастотного (HF, мс² и HF,%), низкочастотного (LF, мс² и LF,%), очень низкочастотного (VLF, мс² и VLF,%) компонентов ВСР, симпато-вагальный индекс (LF/HF) и показатель активности регуляторных систем (ПАРС).

Данные обработаны в программе Statistica 6.0. Для выявления влияния возраста и пола на параметры ВСР проводили двухфакторный дисперсионный анализ. Статистическую значимость различий между группами оценивали с помощью критерия Манна-Уитни. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

В положении лежа у обследованных лыжников не выявлено половых и возрастных различий в ВСР. Только лишь ЧСС статистически значимо снизилась у юношей и девушек в возрастной группе 17-18 лет ($p=0,044$ и $p=0,011$ соответственно). Также у юношей установлено значимое снижение ПАРС с возрастом ($p=0,006$). При сравнении значений параметров ВСР у юношей и девушек 15-16 лет выявлены различия только по ПАРС ($p=0,023$). Двухфакторный дисперсионный анализ статистически значимого влияния возраста и пола на показатели ВСР в положении лежа не показал. Выявлена лишь значимая связь ЧСС с возрастом и абсолютного значения HF-волн с полом спортсменов.

В положении стоя у обследованных лыжников определен ряд половых и возрастных различий в ВСР. С возрастом и у юношей, и у девушек ЧСС в положении стоя статистически значимо снизилась ($p=0,001$ и $p=0,002$ соответственно). Кроме того, у юношей установлено увеличение с возрастом TP ($p=0,029$) за счет роста мощности LF ($p=0,014$) и VLF-волн ($p=0,005$). У девушек также показано, что с повышением возраста значения ПАРС снижаются ($p=0,027$). Половые различия в ВСР при ортостазе выявлены у спортсменов с возрастом 17-18 лет. У юношей статистически значимо выше уровень TP ($p=0,024$), абсолютные и относительные значения мощности спектра LF ($p=0,018$ и $0,046$ соответственно), ПАРС ($p=0,004$) и ниже относительные значения VLF-волн ($p=0,001$). В возрастной группе 15-16 лет различий в вегетативной регуляции ритма между юношами и девушками не уста-

новлено. Двухфакторный дисперсионный анализ показал статистически значимую связь возраста с ЧСС, RMSSD, ПАРС, TP, абсолютным и относительным значениями VLF. Также выявлена значимая связь между полом и ЧСС, RMSSD, ПАРС TP, HF, LF, VLF, %.

Таким образом, показано, что у обследованных юношей и девушек частота сердечных сокращений снижалась с возрастом. При ортостатической пробе как возраст, так и пол спортсмена оказывали существенное влияние на ВСР в положении стоя, но не лежа. Половые различия в вегетативной регуляции ритма сердца найдены в группах лиц 17-18 лет. При ортостазе у юношей выше вклад симпатической нервной системы в регуляцию сердечного ритма и ниже влияния вышших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, чем у девушек. У юношей 17-18 лет, по сравнению с 15-16-летними спортсменами, определен более экономный режим работы сердца.

Половые различия среднего диаметра эритроцитов и ретикулоцитов у лыжников-гонщиков

Монгалёв Н.П.¹, Рубцова Л.Ю.¹, Иржак Л.И.²

¹ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: mongalev@physiol.komisc.ru

²Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
НОЦ «Проблемы гипоксии», г. Сыктывкар
e-mail: labgip@syktsu.ru

Диапазон распределения эритроцитов по диаметру имеет клиническое значение при анализе функционального состояния красной крови и организма в целом. При этом популяции эритроцитов человека и животных характеризуются одновершинным распределением кривой Прайс-Джонса [17]. Наблюдаемые отклонения от средней величины диаметра клеток связаны с вариабельностью эритрона [7].

На отклонение от средней оказывает влияние процесс уменьшения величины эритроцита во время везикуляции [15, 16], способность эритроидной клетки к трансформации [2, 8], венозно-артериальная разница [3] и распределение эритроцитов в кровотоке [5] с преимущественным распределением эритроцитов из аорты в органы

с интенсивным кровообращением [9]. При значительном отклонении от средней, например, в условиях активизации клеток во время физической нагрузки и острой нормобарической гипоксии [10, 11] имеет место повышение частоты встречаемости двухвершинного распределения эритроцитов в крови. Функциональное значение этого феномена далеко неясно [12] и, вероятно, связано с гомеостазисом в системе красной крови.

Цель исследования – определение функциональной значимости проявления двухвершинного распределения эритроцитов и ретикулоцитов по диаметру у лиц, занимающихся спортивной деятельностью.

Обследованы лыжники-гонщики мужчины (n=170) и женщины (n=119) с квалификацией от первого разряда до мастера спорта в течение двухлетнего тренировочного цикла. Пробы крови брали из локтевой вены натощак. Измеряли диаметр 50 эритроцитов и ретикулоцитов.

У мужчин (23,1±0,57 года) и женщин (20,9±0,61 лет) частота встречаемости двухвершинного распределения эритроцитов (ДРЭ) и двухвершинного распределения ретикулоцитов (ДРР) различная. Среди мужчин частота встречаемости ДРЭ и ДРР в исследуемых диапазонах диаметра эритроцитов от 7,09 до 7,64 мкм и диаметра ретикулоцитов от 7,58 до 8,05 мкм изменяется индивидуально с сокращением интервала, характеризующего частоту встречаемости ДРЭ, ДРР, по мере увеличения диаметра эритроцитов и ретикулоцитов.

Поскольку формирование двухвершинной кривой Прайс-Джонса происходит вследствие трансформации эритроцитов на изменение условий внутренней среды, что характерно для красных клеток крови [14], то появление ДРЭ не случайно и является, возможно, механизмом поддержания их среднего диаметра. Этому не противоречит тот факт, что среди мужчин по сравнению с женщинами частота встречаемости ДРЭ и ДРР больше в два раза, тогда как средний диаметр эритроцита среди мужчин меньше ($p < 0,001$).

Систематически (постоянное) кратковременное проявление ДРЭ и ДРР отражает состояние функционального напряжения эритрона у спортсменов, поскольку ускоренное «омоложение» периферической крови и увеличение среднего диаметра клеток может не соответствовать средней величине просвета кровеносных сосудов в условиях напряженных физических нагрузок. Включение механизма, обеспечивающего регулирование среднего диаметра эритроцитов,

при различной плотности капиллярной сети в функционирующих органах и тканях [18] является необходимым для поддержания гомеостаза в системе красной крови. Появление двухвершинных форм кривой Прайс-Джонса, вероятно, сопряжено с интенсивной пролиферацией ретикулоцитов, что обуславливает увеличение среднего диаметра эритроцитов [1].

Механизм формирования «эритроцитарного седла» не изучен. Не исключено, что в крови человека циркулируют субпопуляции эритроцитов, которые по-разному реагируют на изменение потребления кислорода и, следовательно, уровня метаболизма, поэтому морфологическую трансформацию эритроцитов можно рассматривать в связи с сорбционной способностью клеток, которая в зависимости от уровня протонов приводит к конформационным изменениям их структуры и изменению среднего диаметра эритроцитарных клеток [6, 13].

Следовательно, красная кровь лыжников-гонщиков мужчин и женщин характеризуется регулярным появлением эритроцитов и ретикулоцитов с двухвершинной кривой Прайс-Джонса. Частота встречаемости ДРЭ у мужчин и женщин равномерная по всему диапазону, тогда как ДРР сдвинута в область меньшего среднего диаметра. Предполагается, что характер распределения эритроцитарных клеток в крови может являться одним из механизмов, способствующих регуляции среднего диаметра эритроцитов.

Литература

1. Викулов А.Д., Маргазин В.А., Бойков В.Л. Диаметр эритроцитов как надежный маркер текущего функционального состояния организма и физической работоспособности спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. №1. С. 10-14.

2. Зинчук В.В. Деформируемость эритроцитов: физиологические аспекты // Успехи физиологических наук. 2001. Т. 32. № 3. С. 66-78.

3. Ионов Б.В., Чернух А.М. Морфологическая характеристика эритроцитов артериальной и венозной крови крысы по данным сканирующей электронной микроскопии // Бюл. эксп. биол. и мед. 1981. № 12. С. 749-752.

4. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / Под ред. В.В. Меньшикова. М.: Медицина, 1987. 358 с.

5. Медведев М.А., Коваль Г.С., Рязанцева Н.В., Чурбанова М.А., Юрьева В.Д. Физиологическое распределение эритроцитов на уровне дуги аорты по данным цитометрического и спектрофлуориметрического исследования // Вестн. Том. гос. ун-та. 2007. № 300 (2). С. 170-171.

6. Мищенко А.А., Иржак Л.И. Расчетные характеристики распределения H^+ между поверхностью эритроцитов и плазмой // Фундаментальные и

прикладные проблемы науки: Материалы VII Международного симпозиума. М., 2012. С. 229-232.

7. Монгалёв Н.П., Иржак Л.И. Вариабельность диаметра эритроцитов взрослого человека в условиях 80-минутного мониторинга // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2 (биология, геология, химия, экология). 2015. Вып.5. С. 63-67.

8. Нарушения морфологии наноструктуры мембран эритроцитов при длительном хранении эритроцитарной взвеси (исследование при помощи атомной силовой микроскопии) / В.В. Мороз, А.М. Черныш, Е.К. Козлова, В.А. Сергунова, О.Е. Гудкова, С.Е. Хорошилов, А.Д. Онуфриевич, А.И. Костин // Бюл. эксп. биол. и мед. 2015. Т. 159. № 3. С. 390–394.

9. Мchedlishvili Г.И., Варазашвили М.Н. Высокая концентрация эритроцитов в крови, циркулирующей в головном мозге // Бюлл. эксп. биол. и мед. 1980. № 90. С. 521-523.

10. Рубцова Л.Ю., Монгалёв Н.П., Потолицына Н.Н. Реактивность эритроцитов разного диаметра у человека в условиях нормобарической гипоксии // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2 (биология, геология, химия, экология). 2015. Вып.5. С.76-80.

11. Рубцова Л.Ю., Потолицына Н.Н., Монгалёв Н.П. Особенности изменения диаметра эритроцитов в красной крови спортсменов в условиях физической нагрузки // В мире научных открытий. 2017. № 2. С. 121-141.

12. Скверчинская Е.А., Никитина Е.П. Эритроциты мышей при алиментарном голодании и восстановительном питании (проточная цитометрия) // XXII съезд Физиологического общества им. И.П.Павлова: Тез. докл. Волгоград: Изд-во ВОЛГГМУ, 2013. С. 483.

13. Файзулина Ф.Р., Гареев Р.А. Показатели адсорбционно-транспортной функции эритроцитов в дифференциальной диагностике нарушений обмена веществ // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8. С. 150.

14. Bessis M. Living blood cells and their ultra-structure. N.Y. – Herdelberg – Berlin.

15. Gifford S.C., Derganc J., Shevkopyas S.S., Yoshida T., Bitensky M.W. A detailed study of time dependent changes in human red blood cells: from reticulocyte maturation to erythrocyte senescence // British Journal of Haematology (BJH). 2006. Vol. 135. Issue 3. P. 395-404. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2006.06279.x>.

16. Onofrio B.G., Chirillo R., Zini G., Caenaro C., Tommasi M., Micciulli G. Simultaneous Measurement of Reticulocyte and Red Blood Cell Indices in Healthy Subjects and Patients With Microcytic and Macrocytic Anemia // Blood, 1995. Vol. 85. N 3. P. 818-823.

17. Price -Jons C. Red Blood Cell Diameters. L.: Oxford University, 1933. 82 p.

18. Kirkendall, D.T. The Effects of Aging and Training on Skeletal Muscle/ D.T. Kirkendall, W.E. Garrett, Jr. // The American Journal of Sports Medicine, 1998. Vol. 26. N. 4. P. 598-602.

Способ оценки эффекта действующего фактора (на примере гипоксической пробы)

*Мызников И.Л.¹, Александрова (Головина) А.С.¹,
Жильцова И.И.², Королёв Ю.Н.²*

¹Государственный научно-исследовательский институт
прикладных проблем, г. Санкт-Петербург
e-mail: myznikov@nm.ru

²Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова,
г. Санкт-Петербург

В практике исследований иногда возникают ситуации, когда необходимо оценить толерантность группы исследуемых при воздействии на них внешнего фактора, способного значительно изменить функциональное состояние каждого из членов исследуемой группы.

В настоящей работе на примере реакции организма испытуемых на дозированную гипоксию мы продемонстрируем альтернативный подход, позволяющий дать аналогичную интегральную оценку самой гипоксической пробе (ГП), а также оценить эффективность проведенных гипоксических тренировок с ингаляцией нормобарической гипоксической газовой смесью у здоровых людей.

Объекты и методики. В группу обследуемых вошли здоровые, физически развитые мужчины первой возрастной группы, регулярно занимающиеся физической культурой и спортом, имеющие спортивные разряды и спортивные квалификации (по легкоатлетическим и военно-прикладным видам спорта, различным силовым единоборствам), годные по требованиям к состоянию здоровья для службы в морской пехоте (n=42).

Исследование в качестве тестовой процедуры для оценки переносимости гипоксической пробы (ГП) с ингаляцией нормобарической гипоксической газовой смесью (10 % O₂, ГГС-10) у здоровых людей и эффективности последующей приведенной с ними серии гипоксических тренировок.

Тест проводили с масочной системой на генераторе, предназначенном для получения гипоксических газовых смесей методом мембранного разделения газов окружающего воздуха.

Испытуемый удобно располагался в кресле, в расслабленном состоянии, на палец надевался пульсоксиметр, на плечо – манжета для

измерения артериального давления. Концентрация кислорода (O_2) поддерживалась на уровне 10% при давлении 770 мм рт. ст. Испытуемый дышал гипоксической смесью через маску, плотно прилегающую к лицу. Контроль времени осуществлялся по секундомеру.

Мониторинг функционального состояния проводился неинвазивно пульсоксиметром напальчным. Определяли величину сатурации крови кислородом SpO_2 (в %) и частоту сердечных сокращений (ЧСС, мин-1), параметры артериального давления (АД, в мм рт. ст.).

Схема эксперимента состояла из 15-ти этапов измерений неинвазивно SpO_2 и ЧСС (в фоне (fon), на каждой из 10 мин ингаляции (1, 2, 3 ... 10) и 4 мин восстановительного периода (дыхание воздухом, этапы: 11, 12, 13, 14)).

Ранее [1] мы предложили группу производных величин. Наиболее простым из них является индекс гипоксии:

$$IG = ЧСС / SpO_2$$

Увеличение значения показателя IG сопровождается ростом напряжения приспособительных реакций при изменении функциональных состояний, у IG есть и своя физиологическая особенность $IG = 1$ при $ЧСС = 90$ и $SpO_2 = 90$.

От «фона» и до завершения периода ингаляции испытуемые на каждой минуте распределялись по двум группам (первая группа – те, у кого увеличился показатель IG, что отражало рост напряжения в системах приспособления организма к действующему гипоксическому фактору; вторая группа – те, у кого показатель оставался без динамики или его уровень снижался, т.е. не происходило физиологического реагирования на гипоксию).

Эффективность реагирования (Eff) (чувствительность к фактору) мы рассчитывали по следующей формуле:

$$Eff = \frac{1}{\prod_{i=1}^N p_i},$$

где p_i – доля лиц в группе, прореагировавших на действующий фактор (вошли в первую группу); i – минута ингаляции, $i \in (1; \infty)$; N – число минут ингаляцию.

*Изменение реакции испытуемых на гипоксию по показателю Eff
в результате проведенной серии гипоксических тренировок*

| Этапы наблюдения | До серии ГТ | | | После серии ГТ | | |
|------------------|-------------|--------|---------------------------|----------------|--------|---------------------------|
| | Группа | | Доля лиц во второй группе | Группа | | Доля лиц во второй группе |
| | Первая | Вторая | | Первая | Вторая | |
| IG1 | 41 | 1 | 0,9762 | 42 | 0 | 1 |
| IG2 | 28 | 14 | 0,6667 | 28 | 14 | 0,6667 |
| IG3 | 28 | 14 | 0,6667 | 28 | 14 | 0,6667 |
| IG4 | 30 | 12 | 0,7143 | 30 | 12 | 0,7143 |
| IG5 | 18 | 24 | 0,4286 | 24 | 18 | 0,5714 |
| IG6 | 20 | 22 | 0,4762 | 22 | 20 | 0,5238 |
| IG7 | 26 | 16 | 0,619 | 16 | 26 | 0,381 |
| IG8 | 14 | 28 | 0,3333 | 28 | 14 | 0,6667 |
| IG9 | 21 | 21 | 0,5 | 21 | 21 | 0,5 |
| IG10 | 18 | 24 | 0,4286 | 18 | 24 | 0,4286 |
| Eff, усл. ед | | | 357,54 | | | 193,32 |

Результаты и обсуждение. В таблице представлены результаты измерений IG и его динамики от этапа к этапу измерения в когорте испытуемых. Реакцией на действующий фактор считалось повышение значения IG к рассматриваемому этапу по сравнению с предшествующим (см. также [2]). Из таблицы видно, что до серии ГТ Eff = 357,54, а после чувствительность к фактору снизилась Eff = 193,32 (усл. ед.).

Следует заметить, что сравнивать можно только исследования с одинаковым числом измерений в период ингаляции и ее одинаковой продолжительностью при стандартных условиях факторной нагрузки на организм.

Снижение Eff на 46% (с 357,54 до 193,32 усл. ед.) позволяет нам утверждать, что после серии ГТ группа стала более устойчивой к гипоксии.

Заключение. Предлагаемый подход позволил оценить эффективность курса гипоксических тренировок для повышения переносимости гипоксии данной группой испытуемых. Это открывает широкие перспективы для его применения при оценке влияния и иных контролируемых факторов различной природы с пролонгированным воздействием и наличием не менее трех этапов наблюдения.

Литература

1. Мызников И.Л. Способ описания реакций организма человека на контролируемую нормобарическую гипоксическую гипоксию / И.Л. Мызников, А.А. Головина (Александрова), А.В. Вьюшина, М.В. Кабанов, А.Н. Лукин, В.В. Шапошник, Н.В. Аскерко // Медико-биологические аспекты физической подготовки и спорта в Вооруженных силах Российской Федерации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения П.Ф. Лесгафта (1837-1909), 05-06 октября 2017 г. / Под ред. докт. пед. наук, проф. А.А. Обвинцева, докт. пед. наук, проф. Е.Н. Курьянович. Часть 3. СПб.: «Маматов», 2017. 188 с.

2. Мызников И.Л., Александрова (Головина) А.С., Жильцова И.И., Королёв Ю.Н. Применение марковских процессов для изучения особенностей реакций человека при дыхании нормобарическими гипоксическими смесями // Проблемы изучения резистентности организма к действию экстремальных факторов внешней среды: Материалы XII научно-практической конференции. 31 мая 2019 года. СПб.: ВМедА, Б.и., 2019. С. 133-137.

Подходы к решению многокритериальных задач в спортивной медицине

Мызников И.Л.

Государственный научно-исследовательский институт
прикладных проблем, г. Санкт-Петербург

В практике часто возникает необходимость оценить специальную адаптацию и устойчивость функционального состояния у спортсмена.

Знакомство с учебным пособием [3], где за основу функционального моделирования взяты сигмальные диапазоны значений показателей, побудило нас обратить внимание на наличие альтернативных возможностей решения многокритериальных задач с нечетким множеством значений.

Из простых и достаточно доступных методик, перспективных для решения многокритериальных задач, в настоящее время прогрессивно отличается методика, разработанная в ГНЦ «ИМБП РАН» (Москва) в интересах радиационной медицины группой авторов [1, 2]. В качестве комплексной оценки групп параметров (решение многопараметрической задачи) авторами был предложен обобщенный логариф-

мический показатель (ОЛП). Он основан на оценке риска по результатам отклонения индивидуальных реакций организма по отношению к принятой для решения заданного класса задач «контрольной норме». Мы несколько усовершенствовали методику [4].

$$IALg = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^N \left(\frac{X_{cpj}}{\sigma_j} \right)} \right) \cdot \left(\sum_{j=1}^N \left(\frac{X_{cpj}}{\sigma_j} \right) \cdot \left| \lg \left(\frac{X_j}{X_{cpj}} \right) \right| \right),$$

где IA_{Lg} – адаптированный обобщенный логарифмический показатель; N – количество параметров, выбираемых для характеристики состояния системы; n – количество анализируемых объектов, участвующих в классификации (объем выборки); X_j – значение i -го объекта в j показателе; X_{cpj} – среднее арифметическое значение выборки j -го показателя, σ_j – среднеквадратическое отклонение j -го показателя.

И наконец, функция Харрингтона, необоснованно забытая в спортивной медицине. Этот подход основан на том, что при исследовании различных физиологических процессов, имеющих свои особенности, главная задача состоит в том, чтобы определить функциональное состояние исследуемого и позиционировать его относительно других исследуемых. При этом, как правило, в диагностических целях применяется группа индикаторов, каждый из которых не обязательно будет демонстрировать схожие тенденции.

Данный подход позволяет решать задачи, где требуется привести многокритериальную задачу (множество зарегистрированных показателей) к однокритериальной.

Инструментом, позволяющим это сделать, является обобщенная функция желательности (desirability function), ее еще называют «обобщенной функцией полезности», или «обобщенным критерием эффективности» (обозначается как « D », но в литературе встречается и как « HF ») [5]:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} = \sqrt[n]{d_1} \cdot \sqrt[n]{d_2} \cdot \dots \cdot \sqrt[n]{d_i},$$

где d_i – частная функция желательности ($i = 1, 2, \dots, n$), n – число показателей.

Значение частного отклика случайной величины по шкале функции желательности задается уравнением:

$$d = e^{-e^{-z}}$$

где z – нормированное относительно заданных границ значение случайной величины, расчет которой производится по алгоритмам для распределений с односторонним и двусторонним ограничениям, а также направленностью вектора «хуже – лучше».

Конкретные параметры сравниваемых систем (частная функция желательности или обобщенная функция) распределяются в масштабе, соответствующем предъявляемым к ним требованиям, на промежутке эффективных значений шкалы частных показателей (ось координат (Y), вертикальная). Затем соответствующие им показатели пересчитываются в отметке на шкале желательности (ось абсцисс (d), горизонтальная).

Особенностью этой логистической функции («кривая желательности») являются особые свойства: она обладает двумя участками насыщения (в $d \rightarrow 0$ и $d \rightarrow 1$) и линейным участком (от $d = 0,2$ до $d = 0,63$). Выбор отметок на шкале желательности $0,63$ и $0,37$ объясняется удобством вычислений: $0,63 = 1 - 1/e$ и $0,37 = 1/e$. Значение $d_i = 0,37$ обычно соответствует границе допустимых значений (см. таблицу, рисунок).

При этом, если рассматривать шкалу измерений, по которой «позитивные» изменения связаны с ростом величины регистрируемого параметра, и обратную этому ситуацию, когда подобной тенденцией характеризуются «негативные» изменения, то при выравнивании «позитивных» и «негативных» значений кривые становятся абсолютно симметричными. При этом ось абсцисс имеет диапазон значений от -2 до 5 (см. рисунок).

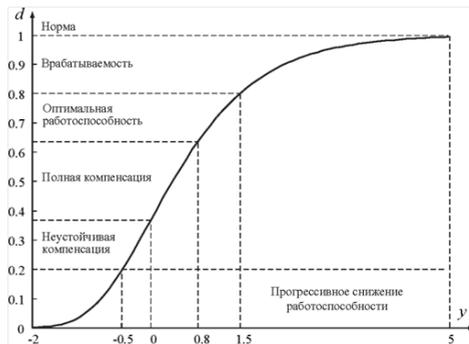


Рисунок. Функция желательности Харрингтона при одностороннем ограничении (односторонняя направленность положительных изменений) для демонстрации уровня работоспособности [6].

Значение $di = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение $di = 1$ – самому лучшему значению свойства. Эта зависимость возникает в шкалах, где рост показателя имеет позитивное значение. При анализе шкал, где рост значения связан с негативным эффектом, уровни меняются по своему семантическому толкованию, при этом границы функции остаются неизменными (частный отклик: $d_i = 1 - d$; обобщенная функция желательности: $D_i = 1 - D$).

На этой же основе возможно также шкалирование многопараметрических измерений в диапазоне от 0 до 5. При исследовании дискретных сигналов этот подход (при определенном развитии) позволит вскрывать переходные состояния, например, при мониторинге функционального состояния при полиметрических исследованиях (см. таблицу).

В доступной литературе мы не нашли адекватных алгоритмов построения частного отклика функции желательности для показателей с двусторонним ограничением. Те, что мы протестировали, давали некорректные решения, поэтому для показателей с двусторонним ограничением мы предложили свой расчет частного отклика случайной величины.

Наиболее часто встречающимся классом в распределении является мода (M_o), если иное не определено исследователем, а отклонения от нее как в одну, так и в другую сторону будут нежелательны. Масштабом диапазона изменений параметра могут выступать, как крайние значения (MAX и MIN), так и сигмальные диапазоны (σ).

Таблица

Связь между количественными значениями безразмерной шкалы и нечёткого множества учитываемых параметров

| Желательность | Значение | Уровень показателя | | | |
|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------|
| | | по 5-ти балльной оценке | | по 3-х балльной оценке | |
| «Очень хорошо» | $D > 0,80$ | 5 | Высокий | 3 | Высокий |
| «Хорошо» | $0,80 > D \geq 0,63$ | 4 | Выше среднего | | |
| «Удовлетворительно» | $0,63 > D \geq 0,37$ | 3 | Средний | | |
| «Плохо» | $0,37 > D \geq 0,20$ | 2 | Снижен | 2 | Средний |
| «Очень плохо» | $0,00 < D < 0,20$ | 1 | Низкий | 1 | Низкий |

Однако в нашем случае речь идет не о прогрессивной (или регрессивной) шкале с ее стеновыми коридорами, а о шкале симметричной. Следовательно, существенные отклонения от M_0 нежелательны. Решением этого подхода, по нашему мнению, может быть следующее:

$$z' = \frac{x - M_0}{\sigma} .$$

Тогда частная функция желательности для этого двустороннего варианта приобретает вид:

$$d' = 1 - e^{-e^{-(|z'|)}} .$$

При его использовании в нормировании показателя с двусторонним ограничением следует помнить, что одинаковый частный отклик будет иметь два значения показателя (за исключением центрального).

Анализ многопараметрических задач при использовании в расчетах ОЛП и функции желательности позволяет, помимо интегральной оценки всего массива данных, выделять и оценивать и отдельные блоки («оси диагностики»): блок психофизиологии, блок нагрузочного тестирования, блок биохимических исследований, блок гематологических исследований, т.е. формировать по блокам многоосевой подход. Более того, алгоритм ОЛП и функции желательности позволяют применять методику как в «поперечном срезе» (групповое исследование на этапе), так и при индивидуальной оценке относительно множества решений, которые были зарегистрированы у индивидуума на всем протяжении времени наблюдения за ним с регистрацией параметров («продольный срез», «индивидуальный срез»).

Формируемое лингвистическое заключение в обоих методиках отражает уровень устойчивости функциональных систем и уровень адаптации организма к окружающей среде.

Данные подходы могут быть успешно реализованы для контроля за специальной работоспособностью спортсмена.

Литература

1. Васин А.Л. Разработка системы обобщенных показателей для характеристики адаптационных процессов в организме при хроническом воздействии электромагнитных полей радиочастот (к проблеме нормирования физических факторов). Специальность: 03.00.01 радиобиология: Автореф. дисс... к. б. н. М., 2008. 26 с.

2. Гурфинкель Ю.И., Васин А.Л., Матвеева Т.А. Определение интегрального показателя по измерениям состояния сердечно-сосудистой системы аппаратом «Тонокард»: Материалы XIV конференции по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 4. С. 44.

3. Избранные лекции по спортивной медицине: учебное пособие / С.М. Разинкин [и др.]; под общ. ред. С.М. Разинкина, А.С. Самойлова. М.: Изд-во «Научная книга», 2018. 664 с. (ФГБУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

4. Мызников И.Л. Моделирование функциональных состояний на основе мультипараметрического подхода / И.Л. Мызников, А.Ю. Токарев, Н.В. Аскерко, А.Н. Лункин, М.В. Кабанов, В.В. Шапошник, Е.А. Архипенко, Д.М. Лавникевич, А.А. Кисина (Шереверова) // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018. №2(74). С. 32-38.

5. Обобщенная функция полезности и ее применение / Под. ред. С.Г. Федорченко. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2011. 196 с.

6. Басов О.О., Хахамов П.Ю., Носов М.В. Тр. СПИИРАН, СПб., 2014. Вып. 34. С. 112-135. Доступ: <http://www.mathnet.ru> (26.03.2019).

Маркеры сосудистого тонуса в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков Республики Коми в течение годового тренировочного цикла

Паршукова О.И., Бойко Е.Р.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: olga-parshukova@mail.ru

Характерной чертой лыжных гонок является большой объем тренировочных нагрузок, выполняемых с предельной интенсивностью в экстремальных природно-климатических условиях. Достижение высокого результата и сохранение пика формы в течение определенного времени представляет собой проблему, от решения которой зависит успешность спортсмена. Одним из факторов, ограничивающим функциональные возможности организма спортсмена, является переутомление сердечно-сосудистой системы [2]. Оксид азота (NO) является сигнальной молекулой, участвующей в регуляции сердечно-сосудистой системы [3]. Имеются материалы, показывающие, что

содержание NO в организме юных спортсменов связано с физической работоспособностью [1] и количеством личных рекордов [6], которые снижаются к соревновательному периоду. Вместе с тем практически не изучен уровень стабильных метаболитов NO в течение годового тренировочного цикла у высококвалифицированных спортсменов. В связи с этим можно предположить, что уровень стабильных метаболитов NO может изменяться в течение годового тренировочного цикла, а повышенные их значения – привести к более успешным результатам спортсменов. Таким образом, цель данного исследования – определение стабильных метаболитов NO (NO₃- и NO₂-) и их суммы (NOx) в крови в течение годового тренировочного цикла, а также сопоставление их уровня с результативностью у элитных лыжников-гонщиков.

Материалы и методы. Многократно обследованы лыжники-гонщики – действующие члены сборных команд Республики Коми. В группу наблюдения входили мужчины – кандидаты и мастера спорта от 21 до 27 лет. Средний рост составил 179,8±4,4 см, масса тела – 68,6±5,4 кг, МПК/кг – 64,6±7,1 мл/мин/кг. Анализ уровня NOx проводился в покое в течение трех годовых тренировочных циклов 2012-2013 (n=92), 2013-2014 (n=102), 2014-2015 (n=129) гг. Годовой тренировочный цикл подразделялся на I – общеподготовительный (июнь – август), II – специально подготовительный (сентябрь – октябрь), а также III – соревновательный (декабрь – март) этапы тренировочного процесса [7]. Сравнительный анализ индивидуальных показателей NOx в покое и результата соревнований был проведен за пять дней до гонки классическим стилем (15 км). Итоговые протоколы индивидуального и командного зачетов взяты с официального сайта лыжных гонок России [5]. Проводимое исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми научного центра УрО РАН, обследуемые дали информированное согласие на его проведение.

Взятие венозной крови у испытуемых осуществляли в покое утром натощак из локтевой вены в вакуутайнеры Greiner bio-one (Австрия) после низко-нитратного ужина, исключающего продукты и напитки, являющиеся основными источниками нитратов в пище человека (мясные и рыбные продукты, овощи (главным образом – свекла, зеленные листовые овощи), маринады, спиртные, фруктовые и минеральные напитки).

Биохимический анализ включал в себя определение в плазме крови стабильных метаболитов оксида азота – NO_2 - и NO_3 -, сумма которых дает показатель суммы стабильных метаболитов NO_x – (NO_x) в реакции с реактивом Грисса колориметрическим методом [4]. В литературе установлена высокая корреляция между эндогенной продукцией NO и показателем NO_x в плазме крови [8].

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью прикладного пакета программы «STATISTICA» (версия 6.0, StatSoft Inc, 2001). Результаты исследования представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (25- и 75-й процентиля). Значимость различий между выборками оценивали с помощью критерия Крускала-Уоллиса (в случае трех и более выборок) с последующим попарным межгрупповым сравнением величин методом Данна. Оценивался показатель коэффициента корреляции Спирмана. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Показано, что базальный уровень NO_x у лыжников-гонщиков в течение трех годовых тренировочных циклов был $22,7 \pm 6,9$ мкМ и соответствовал общепринятым нормативам [4] (см. таблицу).

При анализе содержания NO_x в различные сезоны отмечалась схожая динамика в 2012-2013 и 2013-2014 тренировочных циклах: в соревновательный период, по сравнению с обще- и специально подготовительными периодами тренировок, наблюдалось снижение уровня NO_x в крови обследованных лыжников ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). В 2014-2015 сезоне годового тренировочного цикла, по сравнению с предыдущими сезонами, выявлена противоположная динамика. В соревновательный период, по сравнению с общеподготовительными и специально подготовительными периодами тренировок, отмечалось повышение уровня NO_x в крови спортсменов ($p < 0,001$). При этом следует отметить, что показатели NO_x в соревновательный период 2014-2015 сезона были значимо более высокие, по сравнению с предыдущими сезонами в этот период ($p < 0,001$).

Анализ метаболитов NO выявил, что базальные значения NO_2 - у лыжников-гонщиков в течение трех годовых тренировочных циклов ($12,1 \pm 5,1$ мкМ) превышали нормативные показатели. При этом базальный уровень NO_3 - у лыжников в течение трех годовых тренировочных циклов ($10,6 \pm 6,1$ мкМ) был ниже нормы. Следует отметить,

Таблица

Показатели NO_x , NO_2 - и NO_3 - (мкМоль) в крови спортсменов в различных сезонах годовых тренировочных циклов (Ме, 25-75%)

| Тренировочный сезон, гг. | Этапы | n | NO_x | NO_2 - | NO_3 - |
|--------------------------|-------|----|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Норма (17-34) | Норма (0-5) | Норма (12-25) |
| 2012-2013 | I | 29 | 22,9 (31,2-18,9) | 14,1 (20,1-5,3) | 8,9 (15,9-3,1) |
| | II | 38 | 20,3 (30,5-15,6) | 14,7 (26,1-5,2) | 9,1 (17,9-3,6) |
| | III | 25 | 16,4*** (22,3-19,9) | 12,4 (17,3-5,3) | 4,1*** (9,2-0,9) |
| 2013-2014 | I | 29 | 20,7# (29,4-14,5) | 14,9 (23,1-10,5) | 4,8## (11,9-2,1) |
| | II | 49 | 24,6 (45,8-20,2) | 12,3** (22,3-6,8) | 11,6 (20,4-4,5) |
| | III | 28 | 19,4##** (23,6-15,9) | 12,1 (22,5-4,5) | 6,8##** (15,1-2,3) |
| 2014-2015 | I | 38 | 21,5 (31,5-18,5) | 4,9### (10,6-2,3) | 15,9### (27,1-5,9) |
| | II | 46 | 23,1 (39,2-19,8) | 12,8*** (24,5-2,6) | 8,3*** (23,7-3,6) |
| | III | 45 | 25,9####** (52,6-20,6) | 13,3 (25,9-6,8) | 12,3### (25,7-6,2) |

Примечание. ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ достоверность различий, по сравнению с предыдущим этапом годового тренировочного цикла внутри сезона; # – $p < 0,05$; ## – $p < 0,01$; ### – $p < 0,001$ достоверность различий, по сравнению с аналогичным этапом годового тренировочного цикла предыдущего сезона.

что во все периоды годовых тренировочных циклов в разные сезоны показатель NO_2 - оставался на высоком уровне, кроме общеподготовительного периода в 2014-2015 сезоне. При детальном рассмотрении содержания NO_3 - в организме спортсменов в различных сезонах отмечалась схожая динамика в 2012-2013 и 2013-2014 гг.: в соревновательный период, по сравнению со специальноподготовительным периодом тренировок, наблюдалось снижение уровня NO_3 - в крови обследованных лыжников ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). В 2014-2015 сезоне годового тренировочного цикла, по сравнению с предыдущими сезонами, отмечалось снижение показателей NO_3 - в организме лыжников в специально подготовительный период годового тренировочного цикла. В соревновательный период, по сравнению с пре-

дыдущим периодом данного сезона, наблюдалось повышение уровня NO_3^- в крови спортсменов ($p < 0,001$). При этом значения NO_3^- входили в норму только в общеподготовительный и соревновательный периоды 2014-2015 сезона.

Так же были проанализированы индивидуальные результаты лыжников на гонках и между уровнями NO_2^- и NO_3^- в крови перед стартом. Выявлена положительная корреляционная связь NO_2^- в крови с занимаемым местом в итоговом протоколе ($r=0,5$, $p=0,01$) и отрицательная корреляционная связь с содержанием NO_3^- ($r=-0,4$, $p=0,05$), т.е. у спортсменов, которые занимали призовые места, соотношение $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ равнялось 2/1, у менее успешных спортсменов наблюдалось нарушение данного соотношения ($\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^- = 1/3$).

Таким образом, уровень NO_x в крови обследованных лиц находился в пределах нормы в течение трех сезонов годовых тренировочных циклов. Однако следует отметить, что значимое снижение этого показателя в 2012-2013 и 2013-2014 сезонах у высококвалифицированных лыжников-гонщиков к соревновательному периоду по сравнению с 2014-2015 сезоном годового тренировочного цикла. При этом наблюдалось нарушение соотношения нитрит/нитрат в крови обследованных спортсменов. При сопоставлении наших данных с результатами командного зачета на соревнованиях «Кубок России» в разные сезоны было отмечено, что сборная команда Республики Коми по лыжным гонкам показала более успешные результаты в 2014–2015 сезоне (2-е место) по сравнению с сезонами 2012–2013 и 2013–2014 гг. (4-е и 5-е места соответственно). Подобный феномен был подтвержден при статистическом анализе индивидуальных результатов лыжников на гонках и уровнями NO_2^- и NO_3^- в крови перед стартом.

Литература

1. Богдановская Н.В., Маликов Н.В. Роль системы синтеза оксида азота в обеспечении адаптации организма к систематическим физическим нагрузкам // Материалы VII Всерос. школы-конф. по физиологии мышц и мышечной деятельности «Новые подходы к изучению классических проблем». М., 2013. С. 65.

2. Головачев А.И. Актуальные проблемы Российского лыжного спорта: Материалы «Круглого стола» // Вестник спортивной науки. 2010. №3. С. 57-60.

3. Манухина Е.Б., Малышев И.Ю. Роль оксида азота в развитии и предупреждении дисфункции эндотелия // Вестник ВГМУ. 2003. Т.2. №2. С.5-17.

4. Метельская В.А., Гуманова Н.Г. Скрининг-метод для определения уровня метаболитов азота // Клини. лаб. диагностика. 2005. №6. С. 15-18.

5.Официальный сайт Федерации лыжных гонок России. – Режим доступа: <http://flgr-results.ru> (дата обращения 3.02.2018).

6.Шапошникова В.И., Барбараш Н.А. Высокая работоспособность и оксид азота // Вестник спортивной науки. 2009. № 6. С. 39-43.

7.Швелнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. М.: Практика, 2011. 672 с.

8.Granger D.L., Taintor R.R., Boockvar K.S., Hibbs J.B. Jr. Measurement of nitrate and nitrite in biological samples using nitrate reductase and Griess reaction // Methods Enzymol. 1996. Vol. 268. P. 142-151.

Предсоревновательный уровень витаминов у спортсменов циклических и ациклических видов спорта

Потолицына Н.Н.¹, Нутрихин А.В.², Бойко Е.Р.¹

¹ ИФ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

² Центр спортивной подготовки сборных команд, с. Вильгорт, РК
e-mail: potol_nata@list.ru

Функциональные возможности организма ухудшаются, когда поступление витаминов неадекватно выполняемой физической нагрузке [2]. Так, витамины группы В играют важную роль в регулировании энергообмена путем модулирования синтеза/распада биологически активных соединений. Уменьшение количества тиамина и рибофлавина в клетке ухудшает биосинтез АТФ и вызывает усталость [6]. Также во время аэробных упражнений поток кислорода может возрасти в 100 раз, образуя активные формы кислорода и азота [4], в нейтрализации которых важную роль играют жирорастворимые витамины [5]. При этом дефицит ряда витаминов часто встречается у спортсменов и может быть связан с этапом тренировочного цикла [1, 3]. Наиболее важным этапом является соревновательный, когда успех зависит не только от эффективности тренировочного процесса, но и состояния различных систем организма. Таким образом, **цель** исследования – оценка витаминного статуса у спортсменов, занимающихся различными видами спорта, перед важными соревнованиями.

Объекты и методы. Обследованы 176 спортсменов – жители Республики Коми (17-27 лет, КМС, МС, МСМК). Они представляли циклические (лыжные гонки, биатлон, легкая атлетика, велоспорт) и

ациклические (тхэквондо, баскетбол) виды спорта. Забор крови проводился за 5-7 дней до важных соревнований. Степень важности соревнований оценивали сами спортсмены и, как правило, это были соревнования федерального уровня. В связи с этим выбрали следующие сроки обследования: по лыжным гонкам и биатлону – март-апрель; по легкой атлетике, велоспорту – август-октябрь, по баскетболу и тхэквондо – декабрь. Большинство спортсменов в данный период не меняли привычный тип питания, принимали витаминсодержащие комплексы. Забор крови осуществляли утром натощак из локтевой вены в вакутайнеры. Для оценки витаминной обеспеченности использовались общепринятые методики. Статистическую обработку проводили с помощью программы «Statistica» (версия 8.0, 2007).

Результаты исследования и обсуждение. Полученные данные показали широкое распространение неадекватного уровня ряда витаминов у спортсменов перед соревнованиями (см. рисунок).

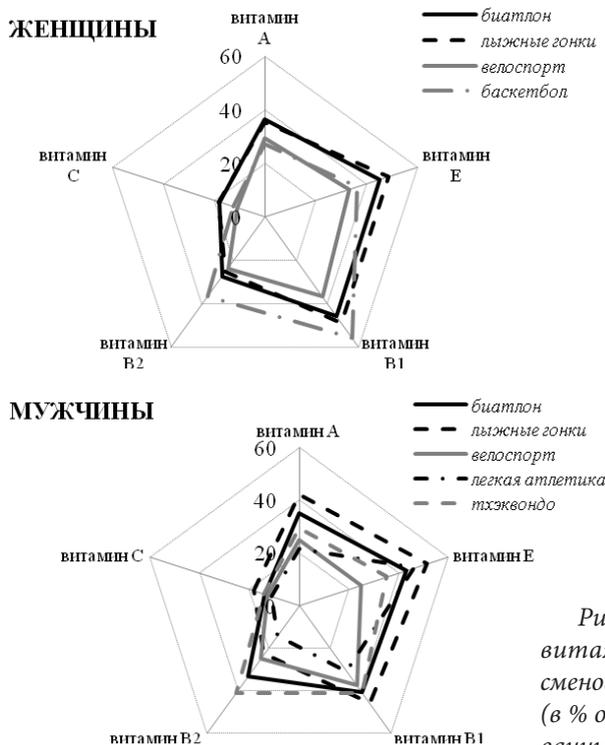


Рисунок. Доля лиц с гиповитаминозом среди спортсменов (мужчины и женщины) (в % от общего числа обследованных).

Несмотря на то, что в группах в целом трудно найти общую закономерность из-за большого числа факторов, способных повлиять на витаминный статус, можно отметить, что среди женщин наиболее неблагоприятная ситуация была у баскетболисток (по витамину В1) и представительниц зимних видов спорта. Среди мужчин, в целом, наибольшее число лиц с различными гиповитаминозами было среди лыжников, биатлонистов и тхэквондистов. Именно в этих группах чаще встречались дефициты практически по всем обследованным витаминам. Наиболее адекватный, по сравнению с другими витаминами, уровень в организме спортсменок был по содержанию аскорбиновой кислоты: распространенность дефицитов не превышала 20% и в целом соответствовала средним показателям по региону.

Заключение. Таким образом, результаты исследования показали, что у высококвалифицированных спортсменов, независимо от вида спорта, наблюдается высокий риск развития витамин-дефицитного состояния. Однако наибольшее число лиц с гиповитаминозами (особенно по витаминам В1 и Е) было среди лыжников, биатлонистов и тхэквондистов. В целом, у мужчин и женщин отмечалась аналогичная ситуация. Эти данные свидетельствуют о том, что следует уделять внимание обеспеченности витаминами организма спортсменов, чтобы не подвергать риску их здоровье и работоспособность.

Литература

1. Витаминный статус лыжников-гонщиков высокой квалификации в течение годового тренировочного цикла / Н.А. Мартынов, Н.Н. Потолицына, В.В. Володин, Т.В. Есева, Е.Р. Бойко // Вестник спортивной науки. 2014. №4. С.54-58.
2. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. Витамины как обязательный компонент сбалансированного питания спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 4. С. 4-10.
3. Оценка функциональной надежности спортсменов по показателям обменных процессов организма / Р.С. Рахманов [и др.] // Вестник спортивной науки. 2018. № 1. С. 44-48.
4. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise / M. Yimcharoen [et al] // J Int Soc Sports Nutr. 2019. № 16 (1). P. 2.
5. Kanter M.M. Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation // Int J Sport Nutr. 1994. №4 (3). P. 205-220.
6. Manore M.M. Effect of physical activity on thiamine, riboflavin, and vitamin B-6 requirements // The American Journal of Clinical Nutrition. 2000. Vol.72 (2). P.598-606.

Инновационные технологии в современном спорте

Рубцов Н.Г.

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: rubcov.n@mail.ru

В наше время сложно представить жизнь без технологий, различных инноваций в любой сфере человеческого существования. Современный спорт не является исключением – он также подвержен влиянию новаторских решений. Каждый год выпускаются сотни различных брендов, которые по-разному влияют на спортивные достижения разных людей. Эти нововведения созданы, чтобы улучшать физические и психологические данные спортсменов, повышать безопасность как на спортивных мероприятиях высокого уровня, так и на обычной тренировке, облегчать работу судей, привлекать внимание зрителей к здоровому образу жизни. Такими продуктами могут являться экипировка, аксессуары, тренажеры, приборы телеметрии, обучающие программы и множество других гаджетов. Ни для кого не секрет, что на показатели спортсмена влияет его экипировка. Это может быть обувь, лыжи или конькобежный костюм. Все это масштабно отражается на результатах в любом состязании. Так, например, компания Pentland Group разработала специальный плавательный костюм, который путем уменьшения лобового сопротивления пловца на 2% позволил установить 108 мировых рекордов [1].

Множество специалистов создают новые материалы и дизайны для того, чтобы позволить появиться новым рекордсменам. Технологии помогают спортсмену не только после старта, но и задолго до него. Для более эффективных тренировок конструируются новые тренажеры, создаются инновационные методики выполнения тех или иных упражнений. Для облегчения процесса тренировочной и воспитательной работы разработан проект Human Cognition Project Lumosity [2]. Упражнения этого проекта содержат комбинации движений, созданные для улучшения понимания на практике того, как мы действуем и используем себя и свое тело. Выполнение данной программы устраняет волнение и напряжение, а также сопутствующие им симптомы.

Во время выполнения любого упражнения или соревнования очень важно проверять правильность выполнения всех нормативов.

Человек не всегда способен трезво оценить обстановку, любой из органов чувств может дать сбой. Тут на помощь судьям создаются камеры и датчики, помогающие посмотреть на ситуацию под другим ракурсом. Контактные линзы, которые фиксируют все, что видит спортсмен, или перчатки, которые измеряют его физические показатели и силу удара. Однако искусственный интеллект (далее – ИИ) – самый главный потенциальный помощник. Абсолютно беспристрастная и точная программа – это спасение не только в случаях, где выявить нарушение крайне сложно, но и от безчестного судьи. Таким образом, ИИ сможет помочь в решении любых споров относительно фактических результатов.

Одна из главных задач спорта – это привлечение внимания масс. Получение удовольствия от здорового образа жизни – задача современных технологий. Всевозможные гаджеты помогают человеку лучше тренироваться, чувствовать результат своего труда и достигать этого результата быстрее. Когда мы смотрим выступления знаменитых спортсменов, мы видим, что все они одеты в яркую и красочную, привлекающую внимание экипировку, а трансляция события проводится с помощью HD-камер, позволяющих передать очень точное изображение. Самые разные приборы телеметрии помогут не только следить за своим состоянием, но и составить индивидуальные тренировки и диету, а также делиться своими успехами со всем миром. В интернете появляются видео, где люди занимаются скалолазанием или прыгают с парашютом – все это способствует появлению заинтересованности к активному образу жизни. Для того, чтобы все вышеперечисленные задачи выполнялись, инженеры, дизайнеры, врачи, психологи, маркетологи и бизнесмены по всему миру ищут и создают новшества, помогающие развиваться спорту. Россия пока еще отстает от лидеров в области спортивных технологий, но уже сейчас есть отдельные примеры, удивляющие своим уровнем. Все же мы еще далеки от плотного сотрудничества между технологиями, реальными запросами потребителей и потребностями отечественного спорта. Как заметил отечественный шоумен Николай Фоменко: «Находясь в первой тройке мировых команд по хоккею минимум 60 лет, наши спортсмены играют не на отечественных коньках и не своими клюшками. Наши лучшие в мире фигуристы катаются на итальянских коньках, и итальянцы диктуют нам методики тренировок – на одно ребро конька приземляться

или на два, а мы вынуждены переучиваться. Мы не можем шить даже собственных трусов, а это важно в современном спорте».

Рассмотрим одни из самых передовых технологий в сфере оптимизации подготовки спортсменов:

Recon Jet – очки интерактивного свойства. В их составе – процессор, камера для съемок видео в разрешении HD, слот памяти, акселератор в трех измерениях. Применяется устройство в любое время года теми, кто знает толк в «экстриме».

Девайс Flyboard – «парение на особых крыльях» над водной поверхностью с совершением невероятных кульбитов. Это устройство породило и спорт с одноименным названием.

Лазерный вариант футбольной площадки от фирмы «Найк», транспортируемой с помощью микроавтобуса в различные уголки испанской столицы. Сообщение отправляется на соответствующий номер заказчика с указанием времени и места предполагаемого матча.

Плеер iPodNano, созданный для людей, равнодушных к спорту. Он отличается компактностью и легким доступом к музыкальному сопровождению при выполнении упражнений.

AdidasMiCoachElite и MLS – футбольная смарт-технология. Ее суть – оснащение всех игроков и тренера футбольной лиги США комплектом устройств, обеспечивающих контроль за физическим состоянием людей во время физической активности.

SantaClaraStadium – стадион на 60 тыс. мест с самой высокой в мире плотностью покрытия Wi-Fi. Это специальная беспроводная площадка, где доступом к современным технологиям располагают и зрители.

Миниавто MINI для Олимпиады в Лондоне – автомобильное «ноу-хау» в виде уменьшенной в четыре раза копии соответствующего авто. Устройство предполагает перевозку инвентаря во время соревнований.

GoPro – камера для тех, кому по душе экстрим. Этому устройству нипочем никакие потрясения или атмосферные явления. Камера запечатлит спортивные достижения в любых условиях и для любых желающих.

MiCoachSmartBall – особый футбольный мяч, который определит точное пересечение линии ворот в автоматическом режиме. Это – «умный» тренер для футболистов, способный совершенствовать их мастерство при «оттачивании» разнообразных ударов по воротам.

C-RingDumbbells – смарт-гантели, которые подсчитывают число калорий, потерянных за тренировочное время, с помощью цветowych обозначений. Зеленый означает необходимость дальнейших упражнений, желтый – самый пик тренировки, а красный – закончить мероприятие. Такое новшество не подойдет страдающим дальтонизмом [3].

Таким образом, появление и развитие спортивных технологий имеют принципиальное значение. С ними повышается эффективность системы спортивной селекции, крепнет надежность прогнозов успешной активности, растет синтез инноваций для укрепления и поддержания здоровья.

Литература

1. Collaborative effort to accelerate cognitive research [Электронный ресурс]// Lumosity's Human Cognition Project. URL: <https://www.lumosity.com/hcp/overview>
2. История Компании Speedo [Электронный ресурс] // ProSwim.Ru. 2010. URL: <https://www.proswim.ru/article/speedo-istoriya-kompanii/>
3. <https://viafuture.ru/katalog-idej/novye-tehnologii-v-sporte>

Формирование культуры здорового образа жизни населения

Рубцов Н.Г.

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: rubcov.n@mail.ru

Уровень здоровья и продолжительность жизни человека зависят от многих факторов – наследственных, социально-экономических, экологических, деятельности системы здравоохранения, и это общедоступный факт. Можно с уверенностью сказать о том, что основная роль улучшения и сохранения здоровья и образа жизни принадлежит самому человеку [3].

Одной из главных задач, которые поспособствуют повышению уровня здоровья, является целенаправленная работа над собой самого человека. Каждый человек должен сам осознавать, для чего он работает и над чем. Первым шагом для решения этой проблемы может стать представление людей о том, что такое здоровый образ жизни.

Здоровый образ жизни (ЗОЖ) – это поведение человека, направленное на поддержание и сохранение своего здоровья, профилактику заболеваний, которое реализуется при помощи физической культуры, гимнастики, процедур, правильного питания.

Нужно отметить, что человек должен знать не только о формировании физических качеств, но и о своем организме в целом, о средствах и методах, которые воздействуют на физическое состояние людей [1].

Во-первых, знания о своем организме помогут человеку поддерживать себя в форме. Во-вторых, подобрать правильный рацион питания. В-третьих, зная больше о своем организме, человек будет понимать, какими силовыми нагрузками он будет помогать своему организму, а какими – может его погубить.

Не стоит забывать о том, что в сфере физической культуры присутствуют две формы выражения: духовная и материальная. К материальной форме выражения относится результат, проделанный с биологической стороны человека, а к духовной – теоретические знания человека о своих целях и задачах [2].

ЗОЖ человека влияет не только на повышение его физических способностей, но и на повышение самореализации, как раскрытие творческого потенциала в человеке. Можно отметить, что люди, которые следят за своим образом жизни, не только сами активно принимают участие в жизни общества, но и оказывают положительное влияние на людей, находящихся рядом.

Сложнее всего донести эту информацию до молодежи, убедить ее в том, что вести ЗОЖ очень важно, ведь «детский и подростковый возраст являются стадиями жизни, которые имеют наивысший потенциал для интеллектуального и физического развития» [4]. Во время этих стадий жизни у людей формируются социальные навыки, в том числе и навыки, связанные со здоровьем.

ЗОЖ нужно пропагандировать населению. На старшее поколение легче повлиять через телевидение, радио и газеты. С подрастающим поколением все намного сложнее, чаще всего подростки не обращают внимания на печатные средства пропаганды, такие как плакаты, открытки, листовки и газеты. Радио и телевидение тоже не вызывают доверия у молодежи. Все же одним из эффективных средств воздействия на подростков является телевидение, молодое поколение стремится быть похожим на своих кумиров.

Также толчком в «здоровую жизнь» служит внедрение комплекса «Готов к труду и обороне!» (ГТО). ГТО является масштабной пропагандой здорового образа жизни, распространенной среди подрастающего поколения. Школьники страны стараются принимать участие в этой программе, чтобы укрепить свой патриотизм, силу и выносливость, а также, чтобы посоревноваться с другими участниками.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ЗОЖ необходимо формировать. Развитие ЗОЖ имеет конкретную цель по совершенствованию условий жизнедеятельности, которая основана на валеологическом обучении. Данное обучение включает в себя изучение своего организма, а также своей личности, освоение гигиенических навыков.

Литература

1. Пашин А.А. Физическая культура – основа формирования ценностей здорового образа жизни // Известия ПГГУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 24. С. 736-741.

2. Борисов В.В. Формирование физической культуры и культуры здорового образа жизни в современном образовательном пространстве // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2007. № 10. С. 31-34.

3. Петрова Т.Э., Каравашкин А.А. Проблемы формирования здорового образа жизни молодежи // Интеграция образования. 2005. № 4. С. 150-154.

4. Янбухтин Т.А. К проблеме формирования здорового образа жизни подростков и включенности их в досуговую спортивно-оздоровительную деятельность в условиях мегаполиса // Педагогика и психология образования. 2011. № 2. 50 с.

Влияние кратковременных физических нагрузок разного характера на интервалы ЭКГ у юношей

Русских Н.Г., Осколкова Е.М., Паршукова А.Н.

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: rung76@mail.ru

В связи с неинвазивностью и простотой метода электрокардиограмма (ЭКГ) широко вошла в практику физиологических исследований сердца [3, 5, 16, 21, 22, 24]. Изучение интервалов между зубцами *P* кардиоциклов (начало активации миокарда) дает возможность рассмотреть интервалы *TP* и *PT*, которые отражают на ЭКГ такие важные

электрические свойства миокарда, как изопотенциальное состояние (ИПС) и состояние активации и реактивации миокарда (АК и РеАК) соответственно [1, 21]. Ранее в литературе [7, 8, 9, 17, 18] было отмечено, что изменения длительности кардиоинтервалов под действием физической нагрузки (ФН) проявляются особенно ярко в колебаниях длительности сегмента *TR*. До сих пор остается неясным, как характер нагрузки оказывает влияние на результат изменений интервалов.

Цель работы – определить степень влияния кратковременной физической нагрузки в зависимости от ее типа на интервалы *PP*, *TR* и *PT* у юношей.

В качестве материалов использованы электрофизиологические показатели, полученные на основе электрокардиограмм юношей 18-19 лет ($n=15$). Состояние здоровья обследуемых – в норме, работы проводились под контролем врача в мае, в первой половине дня. Обследование проходило в условиях НОЦ «Проблемы гипоксии» СыктГУ, температура воздуха в помещении составляла $+20-22^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха – 60%. Проведение обследования одобрено комиссией по этике СыктГУ (протокол № 21 от 10.05.2016 г.). ЭКГ регистрировали в отведении, которое соответствует II стандартному [13, 14], с помощью аппарата «ВНС-ритм» (Нейрософт, Россия) в течение 1 мин. в положении обследуемых сидя (контроль) и после ФН. В качестве ФН динамического типа (ДП) применяли пробу Мартине [11, 15], ФН статического типа (СП) – стандартное упражнение «Стульчик» [2, 20]. Длительность интервалов измеряли на каждой из 15 ЭКГ, где учитывались по 50 кардиоциклов (КЦ) до и после ФН (750 КЦ) [7, 8, 17]. Результаты представлены в виде средних статистических величин (M , s), средних квадратичных отклонений (SD , s), которые были вычислены при помощи программы Excel-2016. Корреляции обрабатывали по Пирсону (r_p), достоверность различий между показателями – по t -критерию Стьюдента [6, 12, 19, 23].

Полученные данные представлены в таблице и соответствуют возрастным показателям, опубликованным в литературе [1, 9, 17].

Таким образом, материалы, полученные в ходе исследования длительности и вариабельности кардиоинтервалов, свидетельствуют о том, что происходит с электрическими свойствами сердца у юношей 18-19 лет в состоянии относительного покоя и при напряжении, связанном с кратковременными физическими нагрузками разного типа.

Проанализировав полученные результаты, выявили, что в среднем продолжительность сегмента *TP* (ИПС) колеблется от 0,19 до 0,73 с, т.е. на 0,54 с, и составляет $0,40 \pm 0,20$ с. Затем переходит к временным промежуткам от 0,07 до 0,28 с (пределы колебаний – 0,21 с) при динамической нагрузке и напряжении, вызванном статической нагрузкой (в среднем – $0,14 \pm 0,04$ с). Продолжительность интервала *PT* (АК и РеАК) колеблется от 0,41 до 0,60 с, т.е. на 0,19 с, и составляет $0,48 \pm 0,04$ с. Затем, в ответ на напряжение, вызванное динамической и статической нагрузкой, переходит к временным рамкам от 0,36 до 0,52 с, разница – на 0,16 с (в среднем $0,42 \pm 0,04$ с). Данные свидетельствуют о том, что *TP* характеризуется наибольшей вариабельностью до и после кратковременного напряжения двух типов. В то же время *PT* в сравнении с контролем практически не изменяется. Следует отметить, что ФН с разной мышечной работой у юношей 18-19 лет дают практически одинаковые результаты изменений электрофизиологических показателей миокарда. Достоверной разницы между результатами после ДП и СП не обнаружено. Можно предположить, что преобладающее влияние оказывает стрессовая ситуация, которая нивелирует результаты мышечных усилий [4, 10, 17].

Литература

1. Берне Р.М., Леви М.А. Физиология сердечно-сосудистой системы // Фундаментальная и клиническая физиология / Под ред. А.Г. Камкина, А.А. Каменского. М.: Академия, 2004. С. 513-702.

2. Вайцеховский С.М. Книга тренера. М.: Физкультура и спорт, 1971. 310 с.

3. Варламова Н.Г. Электрокардиограмма и артериальное давление у женщин Европейского Севера в контрастные сезоны // Материалы VII Всерос. конф. с международным участием, посвященной 30-летию Ульяновского

*Таблица
Среднегрупповые показатели
длительности и вариабельности
интервалов ЭКГ (с) до и после ФН*

| Статистические показатели | PP (КЦ) | TP (ИПС) | PT (АК) |
|---------------------------|---------|----------|---------|
| Контроль | | | |
| M | 0,88 | 0,40 | 0,48 |
| SD | 0,10 | 0,20 | 0,04 |
| min | 0,63 | 0,19 | 0,41 |
| max | 1,33 | 0,73 | 0,60 |
| ДП | | | |
| M | 0,53* | 0,11* | 0,42 |
| SD | 0,06 | 0,04 | 0,04 |
| min | 0,40 | 0,07 | 0,36 |
| max | 0,66 | 0,19 | 0,52 |
| СП | | | |
| M | 0,58* | 0,17* | 0,41 |
| SD | 0,07 | 0,04 | 0,03 |
| min | 0,47 | 0,09 | 0,37 |
| max | 0,76 | 0,28 | 0,48 |

Примечание. * – разница достоверна при $p < 0,05$ до и после ФН.

государственного университета «Медико-физиологические проблемы экологии человека». Ульяновск: УлГУ, 2018. С. 50-52.

4. Дмитриев Д.А., Карпенко Ю.Д., Дмитриев А.Д. Влияние индекса массы тела на вариабельность сердечного ритма у студентов в условиях относительного покоя и экзаменационного стресса // Электронный журнал «Социальные аспекты здоровья населения». 2012. № 6. С. 1-10.

5. Долабчан З.Л. Основы клинической электрофизиологии и биофизики сердца. М.: Медицина, 1986. 476 с.

6. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 113 с.

7. Иржак Л.И. Длительность интервала РР, РТ и сегмента ТР электрокардиограммы человека: действие функциональных проб // Вестник САФУ. Серия «Медико-биологические науки». 2015. № 2. С. 37-43.

8. Иржак Л.И., Дудникова Е.А. Частота сердечных сокращений и длительность интервалов ЭКГ у взрослого человека при физической нагрузке // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2018. № 2. С. 209-216.

9. Иржак Л.И. К вопросу о функциональных резервах сердца человека // Проблемы гипоксии. Сыктывкар, 2018. Вып. 3. С. 48-51.

10. Кузьменко В.А. Сопоставление вегетативных показателей студентов при экзаменационном стрессе и при физической нагрузке // Физиология человека. 2002. Т. 5. № 1. С. 131-133.

11. Куколевский Г.М. Врачебный контроль в физической культуре. М.: Медицина, 1965. 312 с.

12. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие. М.: Высшая школа, 1990. 293 с.

13. Незлин В.Е. Анализ и клиническая оценка электрокардиограммы. М.: Медгиз, 1959. 368 с.

14. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. М.: Медицина, 1983. С. 12-68.

15. Прокопьев Н.Я., Колунин Е.Т., Гуртовая М.Н., Митасов Д.И. Физиологические подходы к оценке функциональных нагрузочных проб в спорте // Фундаментальные исследования. 2014. № 2. С. 146-150.

16. Роцевский М.П. Эволюционная электрокардиология. Л.: Наука, 1972. 252 с.

17. Русских Н.Г., Иржак Л.И. Вариабельность интервалов электрокардиограммы в ответ на ментальную пробу у юношей 18-19 лет // Вестник САФУ. Серия «Медико-биологические науки». 2018. Т. 6. № 1. С. 35-40.

18. Русских Н.Г., Иржак Л.И. Изменение показателей сердечного ритма и кардиоинтервалов у детей 6-7 лет в ответ на активную ортостатическую пробу // В мире научных открытий. 2016. №3(75). С. 127-138.

19. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55-60.

20. Фохтин В.Г. Атлетическая гимнастика без снарядов. М.: Физкультура и спорт, 1991. 80 с.

21. Шмаков Д.Н., Рощевский М.П. Активация миокарда. Сыктывкар: Изд-во Ин-та физиологии Коми НЦ УрО РАН, 1997. 165 с.

22. Kligfield P. Rethinking the exercise electrocardiogram // A.N.E. 2006. Vol. 11. P. 99-101.

23. Timischl W. Angewandte Statistic: Eine Einführung für Biologen und Medizinen. Wien, Springen-Werlag, 2013. 322 p.

24. Van der Wall E.E. The exercise ECG: still a useful exercise? // Neth. Heart J. 2009. Vol. 17 (2). P. 47.

Влияние широтного фактора на организм лыжников на Севере

*Солонин Ю.Г.¹, Бойко Е.Р.¹, Гарнов И.О.¹, Логинова Т.П.¹, Марков А.Л.¹,
Нутрихин А.В.², Черных А.А.¹*

¹ ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар,
e-mail: solonin@physiol.komisc.ru

² Центр спортивной подготовки сборных команд, с. Вильгорт, РК

В последние десятилетия в литературе проявляется интерес к изучению влияния географической широты на организм человека [4]. Широтные влияния на физиологический статус четко проявляются при трансширотных перемещениях людей [2]. Имеются данные и об особенностях организма у постоянных жителей разных широт [3]. Нам пока не встретились работы, показывающие влияние широтного фактора на организм спортсменов, родившихся и проживающих на разных широтах в пределах северных регионов.

Цель настоящей работы – изучить особенности физической работоспособности и кардиореспираторной системы у высококвалифицированных лыжников, проживающих и тренирующихся в разных по степени суровости климатических зонах Европейского Севера.

Материалы и методы. Нами обследованы лыжники-гонщики мужского пола в возрасте от 15 до 21 года, имеющие достаточно высокую спортивную квалификацию, члены сборной команды Республики Коми. Для сравнения были выделены две группы: «южане» (12 перворазрядников и 12 кандидатов в мастера спорта) и «северяне» (10 перворазрядников и 10 кандидатов в мастера спорта). «Северя-

не» с рождения проживали в районах Крайнего Севера (Ижемский, Усть-Цилемский районы – 65-66°с.ш.), а «южане» – в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера (г. Сыктывкар, Прилузский, Сыктывдинский районы – 61-62°с.ш.).

Обследование было организовано в подготовительно-тренировочный период года, в первой половине рабочего дня в условиях лаборатории в г. Сыктывкаре. От каждого спортсмена было получено письменное информированное согласие на участие в тестировании. Протокол обследования одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

У спортсменов общепринятыми методами определяли показатели антропометрии (рост и вес), кровообращения (частота сердечных сокращений – ЧСС, артериальное давление – систолическое – СД и диастолическое – ДД по Короткову). Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ).

Спортсмены были протестированы нагрузками «до отказа» на велоэргометре с помощью системы «Охусон Про» (Германия) с регистрацией и расчетом кардиореспираторных показателей: ЧСС, СД, ДД, частота дыхания – ЧД, дыхательный объем – ДО, минутный объем дыхания – МОД, потребление кислорода – ПК, дыхательный коэффициент – ДК, энерготраты – ЭТ, кислородный пульс – КП, дыхательный эквивалент – ДЭ, коэффициент использования кислорода – КИО₂, коэффициент полезного действия – КПД, максимальное потребление кислорода – МПК, порог анаэробного обмена – ПАНО.

После 5-минутного пребывания в покое на велоэргометре лыжники выполняли 2-минутную работу мощностью 120 Вт с последующим ступенчатым приростом нагрузки на 40 Вт каждые две минуты при частоте педалирования 60 об/мин. Тест продолжался «до отказа».

Результаты. Выборки «южан» и «северян» идентичны по возрасту и спортивному стажу, близки по росту и ИМТ. По показателям кровообращения и дыхания в покое между группами не найдено заметных различий.

В табл. 1 сопоставлены показатели в выборках при довольно значительной стандартной нагрузке (200 Вт). При физической нагрузке выявляются различия между спортсменами, связанные с широтным фактором. У «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо выше ЧСС (в среднем – на 10 уд/мин), СД (в среднем – на 9 мм рт.ст.), ДК (в среднем – на 0,05) и статистически значимо ниже КП (в

среднем – на 1,9 мл/уд). По остальным показателям кровообращения, дыхания, энергетики и КПД не найдено различий между выборками. При стандартной нагрузке 200 Вт у «южан» значения ПК составляют 60,4% от МПК, а у «северян» – 70,0% от МПК.

Показатели на последней минуте нагрузки «до отказа» и параметры физической работоспособности (МПК и ПАНО) представлены в табл. 2. У «северян», по сравнению с «южанами», статистически значимо меньше время выполнения теста на велоэргометре (в среднем – на 2,2 мин), достигнутая мощность работы (на 46 Вт), МОД (на 43 л), ЧД (на 12,2 цикла в минуту), ПК (на 779 мл/мин), ЭТ (на 4061 кал/мин), КП (на 3,2 мл/уд), ДЭ (на 3,9 ед.), МПК (на 787 мл/мин), МПК/кг (на 8,3 мл/мин*кг), МОД/мощность (на 0,07 л/Вт), ПК при ПАНО (на 871 мл/мин), нагрузка при ПАНО (на 49 Вт). В то же время у них статистически значимо выше КИО₂ (на 4,1 мл/л), отношение ЧСС/мощность (на 0,07 уд/Вт) и отношение СД/мощность (на 0,07 мм/Вт). В целом, у «северян» на фоне меньшей по объему и мощности выполненной нагрузки ниже аэробный и анаэробный потолки и «вентиляционная стоимость» единицы мощности нагрузки, но выше КИО₂ и «пульсовая» и «прессорная стоимость» единицы мощности работы. Примечательно также, что у «южан» только трое из 24 лиц (12,5%) не достигли ПАНО, а у «северян» шестеро из 20 обследованных лиц (30,0%), что говорит о более низком потолке переносимости нагрузки.

Значения КИО₂ и КПД при нагрузке 200 Вт у «южан» и «северян» близки. Но при работе «до отказа» у всех лыжников КПД несколько увеличивается, а КИО₂ снижается, причем у «северян» оно статистически значимо выше, чем у «южан», что говорит о повышенной эффективности функций внешнего дыхания, как компенсирующем механизме в связи с меньшими резервами респираторной системы у «северян».

Таблица 1

Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у лыжников при нагрузке 200 Вт (M±SD)

| Показатели | «Южане» (n=24) | «Северяне» (n=20) | Уровень различий, P |
|---------------|----------------|-------------------|---------------------|
| ЧСС, уд/мин | 143±14,3 | 153±17,4 | 0,033 |
| СД, мм рт.ст. | 166±12,4 | 175±14,3 | 0,050 |
| ДК | 0,86±0,048 | 0,91±0,064 | 0,018 |
| КП, мл/уд | 20,3±2,32 | 18,4±2,38 | 0,008 |

Таблица 2

Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у лыжников при нагрузке «до отказа» ($M \pm SD$)

| Показатели | «Южане» (n=24) | «Северяне» (n=20) | Уровень различий, P |
|-------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| Время нагрузки, мин | 12,7±1,40 | 10,5±1,45 | 0,000 |
| Мощность нагрузки, Вт | 358±32,2 | 312±40,2 | 0,000 |
| ЧСС, уд/мин | 188±10,0 | 182±13,9 | 0,139 |
| СД, мм рт.ст. | 189±10,6 | 183±20,7 | 0,434 |
| ДД, мм рт.ст. | 71±17,1 | 67±18,4 | 0,146 |
| МОД, л | 165,2±21,64 | 123,2±29,78 | 0,000 |
| ЧД в минуту | 55,2±7,74 | 44,0±9,43 | 0,000 |
| ДО, мл | 3013±345 | 2802±439 | 0,120 |
| ПК, мл/мин | 4708±300 | 3929±438 | 0,000 |
| ЭТ, кал/мин | 24099±1581 | 20038±2378 | 0,000 |
| КП, мл/уд | 24,8±2,91 | 21,6±2,71 | 0,000 |
| ДЭ | 33,8±4,55 | 29,9±5,16 | 0,010 |
| КИО ₂ , мл/л | 28,9±4,13 | 33,0±5,77 | 0,008 |
| КПД, % | 21,3±1,47 | 22,3±1,85 | 0,069 |
| МПК, мл/мин | 4772±291 | 3985±392 | 0,000 |
| МПК, мл/мин*кг | 68,2±3,92 | 59,9±5,48 | 0,000 |
| ЧСС/мощность, уд/Вт | 0,52±0,056 | 0,59±0,080 | 0,018 |
| СД/мощность, мм/Вт | 0,53±0,056 | 0,60±0,115 | 0,050 |
| МОД/мощность, л/Вт | 0,46±0,072 | 0,39±0,075 | 0,003 |
| ЧД/мощность, цикл/Вт | 0,15±0,026 | 0,14±0,028 | 0,052 |
| ПК/мощность, мл/Вт | 13,2±0,92 | 12,6±0,95 | 0,073 |
| ЭТ/мощность, кал/Вт | 67,5±4,59 | 64,6±5,37 | 0,090 |
| ПК при ПАНО, мл/мин | 4334±444 | 3463±423 | 0,000 |
| Нагрузка при ПАНО, Вт | 320±33,4 | 271±39,0 | 0,001 |

Проделанное нами исследование организма высокотренированных лыжников (1-й разряд и кандидаты в мастера спорта) на Европейском Севере показало, что если в покое две сопоставляемые выборки спортсменов близки друг к другу по антропометрическим и некоторым физиологическим показателям кровообращения и дыхания, то

большие физические нагрузки как стандартные, так и нагрузки «до отказа» выявляют различия в организме «южан» и «северян», несомненно, связанные с широтным фактором.

Интересной, на наш взгляд, находкой является тот факт, что у «южан» при максимальной нагрузке «до отказа» преобладает респираторный тип адаптации, направленный на расходование резервов в системе внешнего дыхания, а у «северян» как при стандартной, так и максимальной нагрузках на первое место выступает циркуляторный тип адаптации с усиленным расходом резервов в системе центральной гемодинамики.

Увеличивающийся с продвижением на Север к полюсу дефицит тепла и света, воздействие других неблагоприятных факторов высоких широт [2] приводят к дополнительному напряжению организма спортсменов и интенсификации расходования физиологических резервов в одной из наиболее уязвимых для северян системе – кровообращения, ограничивают максимальные возможности организма при работе «до отказа». Неслучайно у «северян» заметно снижена физическая работоспособность (по объему выполненной физической работы на велоэргометре и достигнутой мощности, значениям МПК и ПАНО).

Таким образом, широтный фактор, определяемый целым комплексом климатических составляющих в пределах Европейского Севера, проявляет свое негативное влияние не только на организм обычных жителей разных широт в пределах Севера [4], но и на организм физически высокотренированных лыжников при продвижении к полюсу всего на 4° географической широты (около 600 км). Недавно доказано, что организм здоровых мужчин-северян весьма чувствителен к атмосферным и геомагнитным факторам [1].

Вывод. Широтный фактор оказывает негативное влияние на физическую работоспособность и кардиореспираторную систему у высокотренированных спортсменов лыжников Республики Коми.

Литература

1. Марков А.Л., Зенченко Т.А., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Чувствительность к атмосферным и геомагнитным факторам функциональных показателей организма здоровых мужчин жителей Севера России // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 2. С. 29-32.

2. Кривошеков С.Г., Охотников С.В. Производственные миграции и здоровье человека на Севере. М., Новосибирск, 2000. 118 с.

3.Солонин Ю.Г. Широкие особенности физиологических функций у жителей Севера // Физиология человека. 1994. Т. 20. № 6. С.137-143.

4.Солонин Ю.Г. Исследования по широкой физиологии (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2019. Т. 7. № 2. С. 228-239.

Ассоциация между инверсией T-волны на ЭКГ и показателями аэробной производительности у лыжников

Тиханович Е.А., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Азаров Я.Э., Берникова О.Г.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Введение. Инверсия T-волны у представителей циклических видов спорта встречается как в покое, так и при нагрузке. У молодых людей в покое отрицательная T-волна в правых грудных отведениях расценивается как нормальный вариант, а в левых – как признак поражения миокарда. Прогностическое значение инверсии T-волны во время нагрузки у спортсменов не выяснено.

Цель данного исследования – изучение связи между появлением отрицательной T-волны на ЭКГ в правых и левых отведениях и показателями аэробной производительности у лыжников при выполнении тестовой нагрузки.

Методы. Для анализа была взята выборка из 69 случаев обследования у лыжников-гонщиков в период с 2016 по 2019 г.: 51 обследование у мужчин (от 16 до 33 лет) и 18 обследований у женщин (от 15 до 27 лет). Работа выполнена на основании подписанного информированного согласия, протокол исследования рассмотрен локальным этическим комитетом Института физиологии Коми НЦ УрО РАН. Спортсмены протестированы в пробе «до отказа» на велоэргометре с помощью системы OxiCon Pro (Германия) со ступенчатым нарастанием нагрузки каждые 2 мин с регистрацией ЭКГ в 12 отведениях, АД, ЧСС, максимального потребления кислорода (МПК, л/мин), как показателя аэробной производительности и мощности нагрузки (Вт). Связь между изучаемыми параметрами проверялась с помощью регрессионного анализа и программы SPSS Statistics 23. Различия признавали значимыми при $p < 0.05$.

Результаты. Инверсия T -волны появлялась у спортсменов на разных уровнях физической нагрузки, а также в восстановительный период и сохранялась до конца обследования. Данное изменение на ЭКГ наблюдалось в отведениях V_1 и/или V_2 , или в aVL . В ходе выполнения нагрузочной пробы частота появления инверсии T -волны на ЭКГ была одинакова у мужчин и женщин (23 случая из 51 (45%) и восемь – из 18 (44%) соответственно ($p>0.05$)). Наличие инверсии T -волны не было связано с возрастом, полом, весом спортсменов, МПК и максимальной выполняемой нагрузкой. Нагрузка, при которой появляется инверсия T -волны, связана с уровнем МПК (коэффициент регрессии $\beta=0.003$, 95% ДИ 0.002-0.005, $p=0.001$).

Вывод. Уровень тренированности спортсменов не связан с вероятностью нагрузочной инверсии T -волны, однако ее наблюдение на нагрузках малой мощности связано с неблагоприятным прогнозом аэробной производительности.

Литература

1. Drezner J.A., et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. British Journal of Sports Medicine. 2017. 51(9). P. 704-731.

2. Augustine, D.X. and L. Howard, Left Ventricular Hypertrophy in Athletes: Differentiating Physiology From Pathology. Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine. 2018. 20(12).

Влияние дозированной физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему спортсменов различной квалификации в условиях северного региона Республики Беларусь

Тишутин Н.А., Малах О.Н., Крестьянинова Т.Ю.

Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, г. Витебск
e-mail: malaholga1@gmail.com

С одной стороны, мы находимся в условиях интенсивного роста научных технологий, что ведет к значимости умственной деятельности и выраженной гиподинамии [1]. С другой – спорт, в котором для возможности конкурировать с элитными спортсменами, организм человека должен быть подвергнут изнуряющим физическим нагрузкам,

нередко стирающим грань между компенсаторно-адаптивной реакцией сердечно-сосудистой системы в рамках физиологической нормы и патологическими сдвигами [2]. В такой ситуации принципиально важно изучать и понимать механизмы регуляции системы кровообращения, как они функционируют и адаптируются к конкретной двигательной деятельности. В связи с этим целью работы был комплексный анализ состояния и механизмов регуляции системы кровообращения у спортсменов.

В исследовании приняли участие 38 студентов факультета физической культуры и спорта (ФФКиС) Витебского государственного университета им. П.М. Машерова, имеющих спортивные разряды от III взрослого до мастера спорта международного класса. Были определены показатели гемодинамики до, после дозированной физической нагрузки (проба Мартине-Кушелевского) и в процессе восстановления на 1, 2, 3 и 5 мин. Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и артериальное давление (АД, мм.рт.ст.) фиксировались ПАК «Омега-М». Были рассчитаны дополнительные показатели: тип саморегуляции кровообращения (ТСК, у.е.), ударный объем крови (УОК, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л), вегетативный индекс Кердо (ВИК, у.е.) [7].

В состоянии покоя у спортсменов показатель ЧСС составлял $63,1 \pm 8,9$ уд/мин. В ответ на пробу Мартине-Кушелевского ЧСС увеличилась на 45% и составила $91,4 \pm 12,1$ уд/мин ($p < 0,001$). Уже после 1 мин, ЧСС снижается до $65 \pm 10,3$ уд/мин, а на 3 и 5 мин с высокой степенью достоверности различий, частота сокращений опускается ниже исходных значений – $61,1 \pm 8$ уд/мин и $61 \pm 7,7$ уд/мин соответственно.

Показатель АД в покое у спортсменов, составлял $124,8/78,1$ мм.рт.ст. После дозированной физической нагрузки АДс достоверно увеличилось на 12%. АДд практически не изменилось и составило $79,5 \pm 11,9$ мм рт.ст. Особый интерес представляют дальнейшие изменения АД в процессе восстановления: на 2 и 3 мин АДс сохраняет высокие показатели, а на 5 мин снижается практически до исходных. Такой способ адаптации к нагрузке, за счет повышенного АДс в общем и увеличенного УОК в частности, согласуется с мнением большого количества авторов [3–6].

В покое у спортсменов МОК составлял $3,73 \pm 0,63$ л. Реактивность МОК после нагрузки выразилась в увеличении его значений на 61%, в сравнении с исходными и составила $5,99 \pm 1,52$ л ($p < 0,001$). На 2 мин

восстановления показатель МОК снизился до $4,24 \pm 0,76$ л ($p < 0,001$) и практически вернулся к исходным. Следовательно, повышенное значение МОК, относительно исходного, поддерживается за счет высоких значений УОК и АДс. На 3 и 5 мин значения МОК возвращаются к исходным – $3,86 \pm 0,61$ и $3,71 \pm 0,66$ л соответственно.

До пробы у спортсменов ВИК составлял $25,9 \pm 22$ усл.ед., что свидетельствует о выраженном преобладании у них парасимпатического звена ВНС в управлении сердечно-сосудистой системы. Проба Мартине-Кушелевского обеспечила усиление симпатотонии – $11,8 \pm 15,7$ усл.ед. ($p < 0,001$). Анализируя динамику восстановления «вегетативного баланса», обращает на себя внимание быстрое восстановление спортсменов, уже на 2 мин их значения ВИК составляли $19 \pm 23,6$ у.е. ($p < 0,05$), а на 3 и 5 мин восстановления значения ВИК опустились ниже исходных $28,8 \pm 20,9$ и $27,3 \pm 19,4$ усл.ед. соответственно.

У студентов ФФКиС средние значения ТСК составляли $125,9 \pm 22$ у.е., что указывает на выраженный сосудистый ТСК. Анализируя реактивность ТСК в ответ на пробу Мартине-Кушелевского, стоит отметить значимое снижение его значений на 30%. Спортсмены уже после 1 мин восстановления возвращаются к наиболее экономному типу регуляции (парасимпатика – $119 \pm 23,6$ усл.ед.) и к 5 мин показывают лучшие значения, чем в исходном состоянии ($127,3 \pm 19,7$ усл.ед.).

Таким образом, спортсмены демонстрируют более адекватный, с точки зрения экономизации, способ адаптации организма к предлагаемой физической нагрузке. Механизм регуляции кровообращения после нагрузки у спортсменов осуществляется в большей степени за счет увеличения систолического артериального давления и ударного объема крови. Реактивность на пробу Мартине-Кушелевского характеризуется усилением влияния симпатического отдела ВНС. Однако показатели после восстановления и исходный уровень спортсменов обеспечиваются тонусом парасимпатического звена ВНС.

Литература

1. Ванюшин Ю.С., Хайруллин Р.Р. Функциональное состояние организма студентов и спортсменов при физических нагрузках // Актуальные вопросы физического воспитания молодежи и студенческого спорта: Сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции. Саратов: СГУ, 2018. С. 198-202.

2. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Спортивное сердце // Медицинский совет. 2018. №12. С. 185-188.

3. Кучеренко К.Н., Беляков В.И. Клинико-физиологический анализ адаптационного статуса системы кровообращения и рисков кардиоваскулярной патологии при различной выраженности коронарного поведения типа А // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2018. Т. 31. №1. С. 102-110.

4. Окулов Т.С., Кочнев А.В. Дифференцированная оценка показателей центральной гемодинамики в условиях силовой тренировки // Вестник Поморского университета. Серия: Естественные науки. 2008. №2. С. 23-29.

5. Окулов Т.С., Кондратьева М.Н. Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированные изометрические нагрузки у квалифицированных спортсменов // Медицинская экология. 2009. №2. С. 50-52.

6. Снежицкий В.А. Вариабельность ритма сердца: применение в кардиологии. Гродно: ГрГМУ, 2010. 210 с.

7. Чазов Е.И. Болезни сердца и сосудов. Руководство для врачей. М., 1992. 164 с.

Особенности оценки индивидуального биологического времени и пространства с учетом функциональных асимметрий у квалифицированных фехтовальщиков

Тришин Е.С., Бердичевская Е.М., Катрич Л.В., Голубева А.А.

Кубанский государственный университет физической культуры,
спорта и туризма, г. Краснодар
e-mail: evgenijtrishin@yandex.ru

Актуальность. Свойства биологического времени и пространства – одни из главных факторов, определяющих результативность в спорте [3]. Пространство и время внешнего мира должны точно отражаться в сознании человека, чтобы реализующаяся в них деятельность, в том числе спортивная, была эффективной, адекватной и целенаправленной [2]. Поиск структур мозга, непосредственно управляющих пространством и временем, является перспективной задачей для нейрофизиологов [3, 4]. В центральной нервной системе за оценку и интерпретацию пространства и времени отвечает ряд центральных и периферических механизмов регуляции: разные уровни лимбической системы – hippocampus; cerebellum, железы внутренней секреции – corpus pineale, базальное ядро – corpus striatum, ассоциативные проекционные зоны cortex cerebri – lobus frontalis и lobus parietalis [5, 6].

Доказано, что отсчет времени осуществляется на уровне нейронов [3]. Механизмы биологического времени и пространства имеют прямые связи с межполушарной асимметрией мозга и сложнейшими нейрональными межполушарными сетями [2]. Отделы cortex cerebri играют разную роль в способности объективно интерпретировать различные временные отрезки: правый отдел коры целенаправлен на прошлое и настоящее, а левый – на настоящее и будущее [1].

Методы исследования. Временные и пространственные способности исследовали с помощью компьютерной программы «Исследователь временных и пространственных свойств человека» [3]. Обследовано 14 квалифицированных спортсменов, специализирующихся в фехтовании (два мастера спорта, восемь кандидатов в мастера спорта, четыре спортсмена, имеющие первый спортивный разряд), которые были сгруппированы в зависимости от индивидуального профиля асимметрии (ИПА) по схеме: «рука – нога – глаз – ухо»: 1) «абсолютно» и «преимущественно» правый ИПА (10 спортсменов); 2) «абсолютно» и «преимущественно» левый ИПА (четыре спортсмена). Средний возраст спортсменов составил $21,5 \pm 1,8$ года. В группу нетренированных вошли 26 юношей с четырьмя или тремя правыми признаками. Средний возраст юношей, систематически не занимающихся спортом, составил $20,8 \pm 1,2$ года. Статистический анализ осуществляли при помощи универсальной интегрированной системы «STATISTICA 7» (StatSoft, USA). Рассчитывали среднюю арифметическую (M) и ее среднюю ошибку ($\pm m$); определяли достоверность различий (p) непараметрическими методами для связанных и несвязанных выборок.

Результаты исследования. Учитывая вышесказанное, нами было проведено тестирование на воспроизведение временного интервала, заполненного световым стимулом. Анализ результатов показал, что все спортсмены лучше справились с заданием, чем нетренированные юноши: правши – на 597% ($p < 0,005$), а левши – на 1828% ($p < 0,0001$).

Величина ошибки зависела от латерального фенотипа фехтовальщика. Так, левши выполнили задание на 300% точнее, чем правши ($p < 0,01$). Полученные данные подтверждают тот факт, что люди с доминированием правого полушария лучше воспринимают визуальную информацию по сравнению с представителями функционального доминирования левого полушария [1].

Временной интервал, заполненный стимулом звуковой модальности, также более точно воспроизводили спортсмены, чем нетренированные юноши: правши – на 62% ($p < 0,01$), а левши – на 42% ($p < 0,01$). При этом левши, напротив, звуковой тест выполнили на 13% менее точно, чем правши ($p \leq 0,05$).

Полученные результаты оценки разных форм временных параметров свидетельствуют, прежде всего, о том, что спортсмены-фехтовальщики обладают более совершенными механизмами восприятия хронометрических характеристик по сравнению с нетренированными юношами.

Кроме того, показано, что уровень воспроизведения временных характеристик, заполненных стимулами разной модальности, зависит от функциональной латерализации мозга. Меньшую величину ошибки на световой стимул – у левшей и на звуковой – у правшей можно объяснить специализацией полушарий мозга. Правое полушарие головного мозга в большей степени ориентировано на восприятие зрительно-пространственных отношений, а левое – временных [2, 4], поэтому для людей с доминантным правым полушарием мозга более характерна визуальная модальность сигнала, а для людей с доминантным левым полушарием мозга – аудиальная [1].

Исследование способности восприятия пространства показало, что фехтовальщики, независимо от латерального фенотипа, точнее определяли угловую скорость движения объекта: правши – на 36% ($p < 0,001$), левши – на 1700% ($p < 0,0001$), чем нетренированные сверстники. Фехтовальщики-левши были гораздо точнее, так как не допустили ни одной ошибки, что на 1000% лучше, чем фехтовальщики-правши ($p < 0,001$). Данная закономерность также свидетельствует о специализации полушарий мозга, подтверждая, что правое полушарие в большей степени отвечает за пространственное восприятие мира.

Таким образом, специфический характер спортивной деятельности способствует формированию механизмов более точного восприятия времени и пространства. При этом существует зависимость точности оценки индивидуального времени и пространства от функциональной сенсомоторной асимметрии фехтовальщика, а также от временного параметра и модальности стимула. Последнее рекомендуется учитывать при использовании данной методики в процессе фи-

зиологического сопровождения тренировочного процесса и особенно в тех видах спорта, где часто встречаются спортсмены с левым профилем асимметрии.

Литература

1. Бердичевская Е.М., Тришин Е.С. Функциональные асимметрии в спорте: курс лекций для студентов магистратуры. Краснодар: РИО КГУФКСТ, 2017. 120 с.

2. Бердичевская Е.М., Тришин Е.С. Функциональные асимметрии в адаптации человека к экстремальным нагрузкам в настольном теннисе. Краснодар – М.: РИО КГУФКСТ, 2018. 171 с.

3. Корягина Ю.В., Нопин С.В. Исследователь временных и пространственных свойств человека // Теория и практика физической культуры. 2004. №2. С. 51-55.

4. Москвин В.А., Москвина Н.В. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл, 2011. 367 с.

5. Kohl M. Hemisphere-specific optogenetic stimulation reveals left-right asymmetry of hippocampal plasticity // Nature Neuroscience. 2011. P. 1413-1415.

6. MacDonald C. Hippocampal “Time Cells” Bridge the Gap in Memory for Discontiguous Events // Neuron. 2011. Vol. 71. P. 737-749.

Структурно-функциональная оценка организма в здоровьесберегающих технологиях на санаторном этапе

Туровина Е.Ф.¹, Шишина Е.В.^{1,2}, Аверин С.О.²

¹ Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень
e-mail: turovinina@tyumsma.ru

² Акционерное общество «Центр восстановительной медицины и реабилитации «Сибирь», г. Тюмень
e-mail: glavmed@sibircentr.ru

В современном здравоохранении особое внимание уделяется вопросам профилактики заболеваний. Значительную роль в формировании социально-значимых заболеваний играет избыточная масса тела. Большие социальные последствия имеет остеопороз, напротив, факторами риска которого считается дефицит массы тела (ВОЗ, 1994) [3, 4].

Цель исследования – оценить структурно-функциональные особенности строения организма пациентов санаторно-курортной

организации Тюменской области для физиологического обоснования построения оздоровительных и реабилитационных программ.

Методы. Исследование выполнено в АО «Центр восстановительной медицины и реабилитации «Сибирь» (директор – М.М. Илий). Критерии включения: наличие добровольного информированного согласия, взрослые пациенты, прибывшие на санаторно-курортное лечение, практически здоровые или имеющие компенсированные хронические заболевания. Критерии исключения: декомпенсированные соматические заболевания, психические нарушения, острые воспалительные заболевания, онкологические заболевания (включая 1А и 3 клинические группы), возраст младше 18 лет. В исследовании принимали участие преимущественно лица второго зрелого и пожилого возраста (использована классификация возрастных групп, принятая VII Всесоюзной конференцией по проблемам возрастной морфологии). Всего обследовано 109 чел.

Схема исследования включала клинические методы: сбор анамнеза (возраст, факторы риска), осмотр, антропометрия (рост – м, вес – кг). Антропометрия выполнялась на медицинских весах SEGA 769 и ростомере SEGA 220 (Германия). Инструментальное обследование проводилось на рентгеновском остеоденситометре STRATOS с технологией DXA ((метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии), производитель DMS GROUP, Франция), включало денситометрию с определением структуры костной ткани и биоимпедансометрию с изучением особенности распределения жировой ткани, подсчетом базовой скорости метаболизма (BRM) по формуле Harris-Benedict, индекса массы жира (ИМЖ) и объема висцерального жира (ОВЖ) в абдоминальной области. Для оценки параметров костной ткани проводились измерения BMD (минеральной плотности кости МПК) поясничных позвонков (L1-L4) в прямой проекции и измерение проксимального отдела бедра.

Выписка из заседания комитета по этике при ФГБОУ ВО Тюменского ГМУ Минздрава России №77 от 18 ноября 2017 г.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0. (Калифорния, США). Для сравнения количественных признаков, независимо от вида их распределения, применялся критерий Манна-Уитни (U). Анализ взаимосвязи количественных признаков проведен с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (R). Критический

уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты исследования. Средний возраст женщин составил 52 [44; 56] года, мужчин – 49 [34; 55] лет. У женщин ожирение выявлено в 49% случаев, у мужчин – в 63%. Объем висцерального жира (ОВЖ) обследованных женщин – 1706 [722; 2254,4] см³ сопоставим со значениями в группе мужчин 1511 [1110,9; 2570,3] см³ ($p=0,121$). Выявлена положительная корреляционная связь между весом в общей группе и объемом висцерального жира ($r=0,79$ $p < 0,001$). ИМЖ в организме женщин составил 13,5 [9,45; 17,55], что больше, чем ИМЖ в группе мужчин – 9,5 [7,75; 11,9]. По показателю T-score в группе женщин у 11 пациенток определены показатели остеопении в совокупности области проксимальной части бедренной кости и шейки бедра (12,5%). По T-score позвоночного столба у 12 женщин определена остеопения (13,64%), а у шести обследованных – признаки остеопороза (6,82%). В группе мужчин по T-score позвоночника только в одном случае (4,5%) определены отклонения в сторону остеопении. Между плотностью костной ткани в общей группе и индексом массы тела определена сильная положительная связь ($r = 0,7951$, $p < 0,001$), при этом определена формула зависимости в виде $y = 29,14 + 0,71 \cdot x$. В группе обследованных женщин корреляционная связь между ИМТ и плотностью костной массы области позвоночного столба еще выше ($r = 0,82$, $p < 0,001$); при этом определена формула зависимости $y = 29,07 + 0,72 \cdot x$. Наличие остеопении требует более тщательного выбора методов физической реабилитации. Будут противопоказаны определенные группы и нагрузки ЛФК, мануальной терапии. При остеопорозе противопоказаны прыжки и бег [1, 2]. Анализ индивидуальных параметров плотности и структуры костной ткани чрезвычайно важен для выбора оздоровительных программ. В результате исследования выявлены новые сведения по взаимосвязям между показателями минерализации костной ткани (T- и Z-критерии) и ИМТ.

Выводы. На санаторном этапе у практически здоровых пациентов могут быть выявлены особенности структуры жировой и костной ткани, которые являются важными факторами, влияющими на выбор оздоровительных технологий. Такими факторами в исследовании явились наличие избыточного объема висцерального жира, увеличение индекса массы жира в организме, что сопровождается изменениями структуры и плотности костной ткани. Выявление скрытой остеопе-

нии на санаторном этапе обосновывает необходимость особых программ восстановления здоровья, а выявленные случаи остеопороза требуют последующего лечебного вмешательства.

Литература

1. Алексеева Л.И., Беренова И.А., Белова К.Ю. и др. Клинические рекомендации по профилактике и ведению больных с остеопорозом/ Под ред. О.М. Лесняк. Ярославль: ИПК «Литера», 2014.

2. Бадалов Н.Г., Кончугова Т.В., Марченкова Л.А. и др. Роль немедицинских методов в комплексе мероприятий по профилактике и лечению остеопороза (обзор литературы) // Современная ревматология. 2016. 10(3). С. 62-68.

3. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. Geneva, World Health Organization, 1994 (WHO Technical Report Series, № 843).

4. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. Am J Med. 1993. 94. P. 646-650. doi:10.1016/0002-9343(93)90218-E.

Формирование мотивов занятия спортом (на примере старших школьников и студентов, занимающихся баскетболом)

Ушакова Н.Е., Мергасова К.Р.

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: ashatana@mail.ru

В психологии термин «мотивация» в широком смысле понимается как побуждения, вызывающие активность организма и определяющие ее направленность [2]. Любая деятельность человека всегда вызвана некоторыми мотивами. Спортивная деятельность отличается от других тем, что в большинстве своем носит соревновательный характер и направлена на достижение максимального результата, а ее продуктом является не только изменение психических качеств спортсмена, но и спортивные достижения. Причиной деятельности спортсмена (как и в любой другой сфере) является не один мотив, а целая система мотивов, и в определенных условиях, разные мотивы становятся доминирующими.

Командные виды спорта отличаются от индивидуальных зависимостью успеха от работы всей команды на основе отлаженной системы взаимодействия; особыми требованиями к физической и психологической выносливости в условиях динамичной игровой обстановки; выраженными требованиями к координационным способностям, переключению внимания; высокой динамикой эмоциональных процессов.

Основными мотивами, побуждающими людей выбирать командные виды спорта для дальнейшей спортивной деятельности, являются повышение престижа и желание славы, физическое совершенство, коллективистская направленность и общение, потребность в одобрении и приобретении полезных для жизни умений и знаний [1].

Понимание и учет мотивационных установок спортсменов помогают тренерам скоординировать тренировочную и соревновательную деятельность.

Весной 2019 г. было проведено исследование мотивов баскетболистов (на базе школы олимпийского резерва, лица, университета): 16 чел. в возрасте 16-17 лет (69% девушки, 31% юноши, спортивный стаж от 3 до 14 лет, в среднем – 7 лет) и 15 чел. в возрасте 18-22 лет (53% девушек, 47% юношей, с игровым стажем 4-11 лет, в среднем – 7,5 лет).

Исследование проводилось с помощью методики «Мотивы занятий спортом» (А.В. Шаболтас), включающей 10 мотивов-категорий: 1) мотив эмоционального удовольствия; 2) социального самоутверждения; 3) физического самоутверждения; 4) социально-эмоциональный; 5) социально-моральный; 6) достижения успеха в спорте; 7) спортивно-познавательный; 8) рационально-волевой (рекреационный); 9) подготовки к профессиональной деятельности; 10) гражданско-патриотический.

Анализ полученных данных обнаружил, что мотивационная сфера баскетболистов 16-17 лет характеризуется доминированием мотивов эмоционального удовольствия и физического самоутверждения ($T=2,36$, $p=0,02$) в то время как в мотивационной структуре баскетболистов 18-22 лет преобладают мотивы достижения успеха и гражданско-патриотический.

Мотив подготовки к профессиональной деятельности больше выражен у баскетболистов в 16-17 лет, чем в 18-22 ($T=2,01$, $p=0,054$). Это

можно связать с проблемой профессионального самоопределения, стоящей перед старшими школьниками, предполагая, что они рассматривают спортивную деятельность как сферу выбора будущей профессии.

По пяти мотивам: социального самоутверждения, физического самоутверждения, спортивно-познавательному, рационально-волевому и гражданско-патриотическому обнаружены некоторые намечающиеся различия, которые в силу малочисленности выборки не удалось статистически подтвердить.

В целом, в обеих группах иерархия мотивов занятия спортом является положительно связанной с содержанием и целями спортивной деятельности, однако для дальнейшего роста успехов необходимо повысить степень преобладания некоторых мотивов.

Спортивно-познавательный мотив имеет большое значение для тренировочного процесса. Чем больше спортсмены будут интересоваться теоретической стороной выбранного спорта, тем захватывающей будет для них эта деятельность, что также поддержит их интерес и желание к тренировкам. Чтобы развить данный мотив, необходимо рассказывать спортсменам о пользе каждого упражнения, объяснять, почему оно используется в тренировке; о различных тактиках и техниках данной игры, когда их следует использовать и чего можно добиться, применив их.

Как для тренировочного, так и для соревновательного процесса важен мотив социального самоутверждения. Данный мотив помогает спортсменам показывать свой максимум, отдавать все свои силы, чтобы добиться успеха. Низкая выраженность данного мотива может привести к потере желания спортсмена тренироваться и как-либо проявлять себя в спортивной деятельности. Чтобы развить данный мотив можно проводить рефлекссию после соревнований, оценивать вклад каждого спортсмена в игру, обсуждать наиболее успешные сферы деятельности отдельного игрока в баскетболе (защита, нападение, подбор мяча, пасы и т.д.), возможно, применять поощрения в форме похвалы, грамот, присвоения званий внутри команды и т.д.

Для формирования мотива подготовки к профессиональной деятельности необходимо узнать, рассматривают ли спортсмены продолжение своей карьеры в спортивной деятельности в дальнейшем. Повышение значимости данного мотива можно осуществить через информирование о возможностях продолжения спортивной карьеры,

о существовании высших учебных заведений, в которых есть спортивные направления подготовки, через их посещение, а также через посещение матчей профессиональных команд и знакомство с их игроками.

Высокая степень выраженности мотива физического самодухверждения оказывает позитивное влияние на тренировочный процесс. У спортсменов наблюдается положительное отношение к физическим нагрузкам и интерес к теоретической стороне выбранного вида спорта. Это придает уверенности предположению об успешном продолжении спортивной деятельности. При его неразвитости можно предложить внедрить в тренировочный процесс разнообразные мини-турниры на отработку отдельных двигательных навыков, чтобы дать возможность спортсменам испытать чувство успеха от собственной моторной активности.

Для развития мотива эмоционального удовольствия следует узнать, какие физические упражнения приносят спортсменам больше радости, удовольствия, желаемых нагрузок, и включить их в систему тренировочного процесса.

Для выстраивания более эффективной программы по формированию оптимальной мотивационной структуры команды тренеру необходимо знать индивидуальную иерархию мотивов каждого спортсмена.

Литература

1. Дудина Н.В. Особенности мотивации спортсменов, занимающихся командным видом спорта // X Машеровские чтения: Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 2016. С. 373-374.

2. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2008. 512 с.

Динамика показателей стресса-восстановления у мужчин и женщин в циклических видах спорта на протяжении тренировочно-соревновательного цикла

Чальшиева А.А., Гарнов И.О.

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: achal2011@yandex.ru

Известно, что помимо естественных физиологических перестроек, характерных для специфических предстартовых состояний, происходят также и существенные изменения в психологическом и психофизиологическом профилях спортсменов. Фиксация таких «сдвигов» необходима для учета эмоционального состояния спортсменов и, главным образом, для предупреждения перетренированности [1, 2]. Мониторинг динамики психологических маркеров в тренировочно-соревновательном цикле является одним из наиболее эффективных способов достижения этого результата.

Обследовано 65 спортсменов (39 мужчин и 26 женщин), средний возраст – $19,6 \pm 4,9$ лет. Спортивная квалификация исследуемых спортсменов – кандидаты в мастера спорта и мастера спорта Российской Федерации. Обследования проводились в подготовительный (сентябрь-октябрь) и соревновательный (февраль) периоды.

Для наглядного понимания картины изменения психологического состояния спортсменов был выбран недавно апробированный в России опросник RESTQ-Sport [3–5]. По итогам обследования спортсменов по 19-ти шкалам теста выявлены наиболее подверженные изменениям в ходе тренировочно-соревновательного цикла признаки (респонденты разделены по гендерному фактору).

Показано, что у мужчин наблюдается значимое повышение показателя «Подверженность травме» от подготовительного периода к соревновательному ($p < 0,01$). При этом показатели общего и эмоционального стресса не претерпевают значительных изменений, что, очевидно, связано с большей толерантностью мужчин к данным видам стресса. У женщин отмечается достоверное повышение показателей «Общий стресс», «Эмоциональный стресс», «Конфликты/Давление» и «Усталость» от подготовительного периода к соревновательному ($p < 0,01$). Более яркая выраженность изменений по этим показателям по сравнению с мужчинами объясняется, очевидно, изначально раз-

личными характеристиками эмоциональных сфер, а также особенностями физиологии и биохимии в зависимости от гендерного фактора. Показано также, что при переходе от подготовительного периода к соревновательному у мужчин показатели стресса-восстановления не претерпевают значимых изменений, оставаясь на стабильном уровне, в то время как у женщин наблюдается значимое увеличение общего и спортивного стресса на 32 и 35% соответственно и снижение общего восстановления на 42% ($p < 0,05$).

Данная картина сохраняется при сравнении гендерных характеристик в подготовительный и соревновательный периоды. К соревновательному периоду общее и спортивное восстановление мужчин выше, чем у женщин на 14 и 18% соответственно ($p < 0,05$). Примечательно, что в подготовительный период мужчины характеризуются более высокими показателями общего и спортивного стресса по сравнению с женщинами, но в обеих группах они находятся в области низких значений. Таким образом, получается, что женщины более подвержены стрессу при переходе к соревновательному периоду, мужчин же, соответственно, характеризуют более высокие способности к восстановлению.

Литература

1. Макарова Г.А., Волков С.В., Холявко Ю.А. Синдром перетренированности у спортсменов (обзор отечественной и зарубежной литературы) // Часть 1. Физическая культура, спорт – наука и практика. 2014. №3. С. 29-38.
2. Мельник Е.В. Актуальные проблемы психологической подготовки спортсменов // Спортивный психолог. 2009. № 1(16). С. 51-54.
3. Kalda J., Jürimäe T., Jürimäe J. Relationships between recovery-stress state and performance in sprinters and jumpers // Percept Mot Skills. 2004 Aug; 99(1). P. 12-6.
4. Kellmann M., Günther KD., Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games // Med Sci Sports Exerc. 2000 Mar; 32(3). P. 676-83.
5. Kellmann M., Wolfgang K. The recovery-stress questionnaire for athletes : user manualby. //Human Kinetics Publishers 2001: 214.

Индивидуальные особенности активации мотонейронных пулов у спортсменов при гипоксических воздействиях

Шилов А.С., Бочаров М.И.

Отдел сравнительной кардиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: s.shilov@icloud.com,
e-mail: bocha48@mail.ru

Многочисленными исследованиями [1, 2, 7] установлено, что гипоксические воздействия приводят к расширению функциональных резервов кардиореспираторной системы, активизации дыхательного компонента компенсаторных реакций на клеточном и тканевом уровнях. В литературе широко представлены сведения о результирующих эффектах гипоксических воздействий – повышение экономичности функций и физической работоспособности [1–3], уменьшение латентных периодов простых и сложных сенсомоторных реакций, облегчение течения или нормализация некоторых патологических состояний. Вместе с этим крайне мало работ посвящено изучению влияния гипоксических воздействий на двигательную систему спортсменов, что является особо актуальным при моделировании спортивной подготовленности и планирования учебно-тренировочной нагрузки.

Организация и методы исследования. Исследования выполнены на здоровых молодых спортсменах 18-24 года (n=31), занимающихся преимущественно циклическими видами спорта (лыжные гонки, биатлон, плавание). Изучались изменения спинального мотонейронного Н-рефлекса и прямого моторного М-ответа *m. gastrocnemius* и *m. soleus* под влиянием нормобарических интервальных гипоксических воздействий (ИГВ), проводимых по протоколу – перемежающееся дыхание воздухом 12.3% O₂ с атмосферным, от 30 до 50 мин ежедневно в течение 16 суток. «Обеднение» воздуха кислородом осуществлялось дыхательным тренажером (НИИ физиологии СО РАМН); электростимуляция на анализаторе НМА-4-01 «Нейромиан» (Медиком-МТД) *m. gastrocnemius* и *m. soleus* чувствительной и двигательной порции *n. tibialis* – прямоугольными одиночными импульсами электрического тока длительностью 0.7 мс с частотой 0.1 Гц и интервалом 10 с, силой тока – от 12 до 50 мА с дискретом 2 мА

[5, 6, 8]. Полученный материал обрабатывали с помощью методов параметрической и непараметрической статистики.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что в группе лиц с высоким порогом рекрутирования Н-рефлекса гипоксические тренировки приводят к существенному понижению пороговых сил, вызывающих минимальную и максимальную активацию афферентов группы Ia, с сохранением этого эффекта до 16-х суток реадaptации, а также на первых сутках после ИГВ – сужению диапазона силы, при котором прирастает количество активированных афферентов. Кроме этого, к 16-м суткам реадaptации повышается внутригрупповая однородность увеличения пороговой чувствительности афферентов к электрическому раздражению, их количества и максимального рекрутирования моносинаптического Н-рефлекса *m. soleus* на единицу силы раздражения. Прямой мышечный ответ на нарастающее электрическое раздражение после гипоксических воздействий, и вплоть до 16-ти суток сопряжен с понижением порога силы рекрутирования двигательных единиц и увеличением диапазона силы, когда прогрессивно нарастает количество вовлекаемых ДЕ, а сила вызова максимальной их активации уменьшается к 16-м суткам реадaptации. В период 1-х и 16-х суток наиболее выражено уменьшение доли возбуждаемых мотонейронов, иннервирующих *m. soleus*, очевидно, за счет пресинаптического торможения афферентов, о чем свидетельствует направленность к уменьшению максимального Н-ответа и его диапазона прироста на увеличение силы тока в эти периоды реадaptации. Установленные особенности деятельности мотонейронного пула *m. soleus* указывают на наличие существенных индивидуальных различий в организации Н- и М-ответов этой мышцы на нарастающую электростимуляцию. В частности, это проявляется в пороговых раздражениях, вызывающих минимальные и максимальные значения Н- и М-ответов. Причем для «низкопороговых» лиц (группа А) по сравнению с «высокопороговыми» (группа В) в покое характерны: больше пороговое включение афферентов группы Ia; меньше диапазон силы, в котором прирастает их активация; больше максимальные значения рефлекторного возбуждения афферентов и активации двигательных единиц *m. soleus* на единицу силы электрического раздражения. После курса ИГВ у «низкопороговых» обнаруживается лишь направленность к увеличению порогов чувствительности афферентов и двигательных единиц к раздражению, у «высокопороговых» они значимо

уменьшаются; при увеличении силы тока у первых уже закономерно к 16-м суткам реадaptации увеличивается сила электрического раздражения вызова максимального рекрутирования моносинаптического рефлекса и прямого мышечного ответа, тогда как у вторых – она уменьшается; диапазон прироста силы, как отражение функциональной мобильности активации афферентов, у «низкопороговых» расширяется (к 16-м суткам), у «высокопороговых» сужается (на первых сутках), такой диапазон для М-ответа расширяется у первых; пороговая амплитуда возбуждения афферентов уменьшается (к 16-м суткам), а двигательных единиц увеличивается (на первые сутки) только у «низкопороговых», для которых характерно уменьшение максимального возбуждения афферентов (7-16-е сутки) и ДЕ (16-е сутки) на единицу силы раздражения; доля рефлекторно возбуждаемых мотонейронов *m. soleus* уменьшается у «высокопороговых».

Заключение. Установлено, что после курса ИГВ у спортсменов с исходно (в контроле) «низкими» порогами рекрутирования Н- и М-ответов *m. gastrocnemius* и *m. soleus* к 16-м суткам пороги повышаются, но уменьшаются показатели функциональной мобильности мотонейронного пула ($H_{\max}/I_{H\max}$, $M_{\max}/I_{M\max}$) *m. soleus*; для лиц с «высокими» порогами в период с 1-16 сутки характерны – существенное понижение порогов и уменьшение доли рефлекторно возбуждаемых мотонейронов обеих мышц, повышение возбудимости ДЕ и функциональной мобильности мотонейронного пула *m. gastrocnemius*.

Литература

1. Волков Н.И. Градации гипоксических состояний человека при напряженной мышечной деятельности // Физиология человека. 1998. Т. 24. № 3. С. 51-60.
2. Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2003. 536 с.
3. Колчинская А.З. и др. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Медицина, 2003. 408 с.
4. Коц Я.М., Кринский В.И. Моносинаптический Н-рефлекс у человека, регистрируемый в камбаловидной и медиальной икроножных мышцах в условиях покоя // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. 1967. Т. 43. № 7. С. 784-790.
5. Granit R., Pompeiano O. Reflex control of posture and movement // Progress in Brain Research. 1979. V. 50. P. 11.
6. Kayser B., Bökenkamp R., Binzoni T. Alpha-motoneuron excitability at high altitude // European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology. 1993. V. 66. N. 1. P. 1-4.

7. Willer J.C., Miserocchi G., Gautier H. Hypoxia and monosynaptic reflexes in humans // Journal of Applied Physiology. 1987. V. 63. P. 639-645.

Электроэнцефалографические изменения у студентов-спортсменов при развивающейся гипоксемии организма

Шилов А.С.¹, Изъюров В.Д.^{1,2}, Лахтионов А.В.¹

¹Отдел сравнительной кардиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: s.shilov@icloud.com,

²Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: IVD8@outlook.com

В практике спорта высших достижений спортсмены в своей подготовке испытывают физические и психоэмоциональные нагрузки околопредельного и предельного характера. Это предопределяет важность высокого уровня научных представлений о холистической и частной структуре физиологических механизмов адаптации при расширении функциональных резервов во время увеличивающейся учебно-тренировочной и соревновательной нагрузок [2–4]. Одним из методов расширения функциональных резервов организма у спортсменов является применение гипоксического прекондиционирования [1], но остается много вопросов, как общая развивающаяся гипоксемия организма может модулировать работу мозга (по данным ЭЭГ) у лиц, резистентных к гипоксии нагрузки.

Организация и методы. Серии исследований выполнены с участием молодых мужчин 18-24 лет (n=3), обучающихся по направлению подготовки «Физическая культура». Уровень физического развития исследуемых в среднем по выборке составил: масса тела – 68.5±2.4 кг; длина тела – 174.03±2.4 см. Вся экспериментальная работа проводилась при одинаковых микроклиматических условиях. Обязательным условием для исследуемых являлись: отсутствие физических и психических нагрузок как минимум за сутки до тестов и функциональных проб с острой гипоксией, запрет на употребление фармакологических препаратов, алкогольных и «энергетических» напитков. В соот-

ветствии с Хельсинкской декларацией и нормами международного права все обследуемые были заблаговременно проинформированы о характере и возможных неблагоприятных последствиях экспериментальных воздействий и дали свое согласие на участие в эксперименте. Предметом исследования являлись изменения ритма и частоты волн биоэлектрических колебаний коры больших полушарий мозга при гипоксической стимуляции. Во время электроэнцефалографической записи исследуемые находились в положении сидя, с сенсорной депривацией зрительного и слухового анализатора при помощи лицевой маски и беруш, также на всем протяжении исследования измерялись ЧСС (уд./мин) и сатурация артериальной крови (SaO_2) с помощью пульсоксиметра NONIN 8500.

Для нейрофизиологического исследования использовался электроэнцефалографический регистратор «Энцефалан-ЭЭГР-19/26», (Медиком-МТД, Россия). В контрольных исследованиях производилась ЭЭГ-запись в фоне и при развивающемся гипоксемическом состоянии организма спортсменов (при дыхании гипоксической газовой смесью (ГГС) – 10% O_2). Оценивались изменения в альфа (α), бета (β), дельта (δ) и тета (τ) волнах. Использовали поверхностные регистрирующие биполярные электроды, подключенные по упрощенной общепринятой международной системе отведений «10-20». Для наступления гипоксемического состояния организма спортсменов исследуемые дышали ГГС с 10%-ном содержанием O_2 , по достижению гипоксемии на уровне SaO_2 до 80% начинали запись ЭЭГ, остановка записи производилась при 65%, в среднем время записи составляло 120-150 с. Основными анализируемыми параметрами электроэнцефалограммы являлись: значение средневзвешенных частот, доминантной частоты, относительное значение частоты.

Результаты и их обсуждение. Особенности изменения частоты биоэлектрических процессов коры больших полушарий головного мозга проявлялись по значению средневзвешенных частот у исследуемого 2 в фоновом исследовании и при развивающейся гипоксемии, при этом изменения происходили по всему наблюдаемому частотному спектру, но в альфа-, бета-1-, бета-2-ритмах значимых различий. При статистическом анализе выявлены значимые отличия при гипоксии в дельта-2-ритме ($p < 0,05$), тета-ритме ($p < 0,01$), дельта-1-ритме ($p < 0,001$). Исходя из приведенных данных, особенности изменения частоты биоэлектрических процессов головного мозга, по значению

средневзвешенных частот у исследуемого 3 в фоне и при развивающейся гипоксемии происходило по всему наблюдаемому частотному спектру, но в дельта-2-, альфа-, бета1- и тета-ритмах значимых различий не обнаружено. В дельта-1-, альфа-, бета-2-ритмах обнаружены значимые отличия ($p < 0,001$). В целом установлено, что бета-2-ритм имеет тенденцию на увеличение своей вариативности частот у всех исследуемых, при этом у исследуемых 1 и 3 данный прирост увеличения имеет значимое отличие ($p < 0,01$; $p < 0,001$), что может быть связано с острой реакцией на стрессирующее воздействие снижения концентрации кислорода в дыхательной среде. Дельта-1-ритм у исследуемых 2, 3 имел тенденцию к снижению средневзвешенной частоты и значимо отличался ($p < 0,001$; $p < 0,001$), что характерно для увеличения активации бета-2-ритма.

Заключение. Компенсаторные механизмы и реакции срочной адаптации в ответ на резкое снижение содержания кислорода в кровотоке у всех исследуемых имеют разное, крайне вариативное протекание. По всей видимости, зависимость формы проявления компенсаторно-приспособительных реакций обуславливается различными факторами, такими как вид спорта, спортивная специализация и род занятий, уровень квалификации, а также индивидуальными сформировавшимися рефлекторными особенностями регуляции со стороны автономной нервной системы. У всех исследуемых наблюдалось при гипоксическом воздействии повышение дельта активности, а также десинхронизация в тета-ритме, при условии, что она присутствовала в фоновом исследовании. При ее отсутствии в фоне тета-ритм при гипоксической нагрузке не проявляется, что косвенно свидетельствует также и о неврогенном и психофизиологическом характере регуляции при начальных стадиях гипоксемии. Наблюдались также крайне изменчивые варианты альфа-активности как у исследуемых индивидуально, так и при временной развертке. При влиянии гипоксической нагрузки в сравнении с фоном она либо незначительно десинхронизировалась, либо оставалась неизменной, а в период реоксигенации (дыхание атмосферным воздухом) даже увеличивалась в сравнении с фоновыми значениями. Бета-активность также вариативно проявлялась при гипоксической нагрузке и наблюдалась как полная ее десинхронизация, так и увеличение спектральной мощности.

Литература

1. Агаджанян Н.А., Ефимов А.И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. М.: Медицина, 1986. 272 с.

2. Тристан В.Г., Погадаева О.В. Использование альфа-стимулирующего тренинга при подготовке спортсменов к параолимпийским играм // Биоправление в медицине и спорте: Материалы III Всерос. конф. Омск: ИМБК СО РАМН, СибГАФК, 2001. С 54-55.

3. Черпакин Л.П. Использование нейробиоуправления в тренировочном и образовательном процессах // Теория и практика физической культуры. 2006. № 30. С. 12-14.

4. Черноризов А.М., Девишвили В.М., Исайчев С.А. Методы биоуправления: теория и практика, применение в спортивной психофизиологии // Huroxia Medical Journal. 2008. № 10. С. 5-8.

Особенности нервно-мышечного аппарата легкоатлетов-спринтеров в различные периоды годового тренировочного цикла

Шилов А.С.¹, Балясников И.Н.²

¹Отдел сравнительной кардиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: s.shilov@icloud.com

²Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар
e-mail: IVD8@outlook.com

Высокая конкуренция в спорте высших достижений способствует поиску современных и более эффективных средств подготовки легкоатлетов-спринтеров [1-3], которые необходимы для развития скоростно-силовых физических качеств. Рациональность построения специальной подготовки, в том числе нервно-мышечного прибора [3, 4], во многом определяет эффективность всего многолетнего тренировочного и соревновательного процесса. В литературе глубоко рассмотрены отдельные вопросы подготовки спринтеров в легкой атлетике, однако конкретные исследования по методике использования средств функциональной подготовки легкоатлетов немногочисленны, а применительно к спринтерам подобные вопросы рассматривались незначительно или поверхностно [1].

Организация и методы. В исследовании приняли участие пять мужчин в возрасте от 23 до 30 лет, занимающихся легкой атлетикой и специализирующихся в спринтерских спортивных дисциплинах (60-400 м). Стаж занятий легкой атлетикой – от 5 до 10 лет. Исследуемые имели следующий уровень спортивной квалификации: один – мастер спорта России (МС) по легкой атлетике, трое – мастера спорта России (МС) и один мастер спорта России международного класса (МСМК) по спорту глухих (легкая атлетика), рекордсмены России в эстафете 4x200 и 100 м, члены сборной Российской Федерации, тренировочный процесс которых разделяется на подготовительный (базовый) и предсоревновательный периоды, длящиеся с ноября по май. Исследование проходило в два этапа с ноября 2018 г. по апрель 2019 г. Для регистрации данных электронейромиографии (ЭНМГ) использовался нейромышечный анализатор НМА 4-01 «Нейромиан» (г. Таганрог, Россия). В основе метода ЭНМГ лежало применение электрической стимуляции нервного ствола большеберцового нерва в подколенной ямке с последующей регистрацией и анализом вызванного потенциала (ВП), отводимых с иннервируемых им мышц (*m. soleus* и *m. gastrocnemius*). Электронейромиографическое исследование выполнено с использованием хлорсеребряных накожных электродов съема. Кожа в месте наложения электродов обезжиривалась спиртом. Активный электрод накладывался на моторную точку *m. soleus* и *m. gastrocnemius*, референтный – на область сухожилия этой мышцы или дистальнее на 2,5 см от центра. Заземляющий электрод размещался между отводящим и стимулирующим электродами. Стимулирующий биполярный электрод накладывался в проекции *n. tibialis*, иннервирующего камбаловидную и медиальную икроножные мышцы, в месте наиболее поверхностного его расположения. При этом катод располагался дистальнее, а анод – проксимальнее, так как протекающий под анодом процесс деполяризации может вызывать «анодический блок», препятствующий распространению возбуждения к мышце. Стимуляцию проводили прямоугольными импульсами тока длительностью 0.1 мс, частотой 0,1 Гц, постепенно увеличивая силу тока с 4 до 42 мА. Фиксировались латентные периоды, силы тока вызова минимальных и максимальных моторных ответов, а также амплитуды получаемых М-ответов и Н-рефлексов с *m. soleus* и *m. gastrocnemius*.

Результаты и обсуждение. Функциональное состояние нервно-мышечной системы при помощи метода электронейромиографии

и анализ М-ответа указывало на то, что количество двигательных единиц, синхронно возбуждающихся при электрическом раздражении камбаловидной мышцы в предсоревновательный период, снижалось по отношению к подготовительному периоду, в то время как электрическая активность нервно-мышечного аппарата икроножной мышцы имела обратную картину, что указывает на функциональное развитие и повышение степени тренированности нервно-мышечной системы, улучшения скоростно-силовой подготовленности и возможной гипертрофии мышц за счет увеличения объема скоростной и силовой подготовки в предсоревновательном периоде. Анализ рекрутирования Н-рефлекса *m. soleus* и *m. gastrocnemius*, которое возникало в результате первичной активации чувствительных волокон большеберцового нерва с последующим переключением сигнала с аксона на альфа-мотонейрон, указывало на то, что средняя амплитуда Н-рефлекса камбаловидной мышцы в предсоревновательный период была выше, а также наблюдалось более устойчивое состояние, в то время как в подготовительном периоде угасание наступало уже после четвертого стимула (10 мА). Н-рефлекс икроножной мышцы, в свою очередь, во время подготовительного периода, наоборот, имел более высокую амплитуду, а в предсоревновательный период ослаблен, что связано с увеличением значительного объема тренировочной работы на быстроту и в зоне максимальной мощности. В результате данных изменений функциональная составляющая спинного мозга и кортикальных структур нервной системы меняет характер спинального обеспечения двигательной деятельности икроножной мышцы, работа которой во многом определяет результативность в спринтерском беге.

Заключение. Сравнивая тренировочные планы двух рассматриваемых периодов, видно, что процентное соотношение бегового объема в предсоревновательной подготовке сокращается, но при этом интенсивность пробегаемых отрезков намного выше, и энергетические траты возрастают, что вызывает смещение энергообеспечения мышечной системы со стороны фосфогенного. Также в предсоревновательном периоде увеличивается количество упражнений силового и скоростно-силового характера, в результате чего возможно увеличение «рабочей» мышечной массы. Таким образом, увеличение интенсивности и объема силовой подготовки в предсоревновательном периоде способствует сохранению массы тела по отношению к базовому периоду. Зарегистрированные данные ЭНМГ М-ответа и Н-рефлекса

указывают на то, что количество двигательных единиц, синхронно возбуждающихся при электрическом раздражении в предсоревновательный период икроножной мышцы, увеличивалось, а камбаловидной – снижалось, что должно способствовать улучшению степени тренированности нервно-мышечной системы и скоростно-силовой подготовленности и возможной гипертрофии мышц за счет увеличения объема скоростной и силовой подготовок в предсоревновательном периоде, при этом чувствительность нервных волокон икроножной мышцы снижалась, а камбаловидной – увеличивалась, что связано с повышением значительного объема тренировочной работы на быстроту, в результате чего контрактильные способности икроножной мышцы улучшались.

Литература

1. Аванесов В.У. Проблемы и пути повышения специальной работоспособности в беге на короткие дистанции // Теория и практика физ. культуры. 2007. № 12. С. 38-41.

2. Аванесов В.У. Восстановление: основы применения физических средств восстановления в скоростно-силовых видах // Легкая атлетика. 2006. № 1-2. С. 30-33.

3. Гречишкина С.С. и др. Особенности функционального состояния и нейрофизиологического статуса у спортсменов-легкоатлетов // Вестник ТГПУ. 2011. № 5. С. 49-53.

4. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. М.: Физкультура и спорт, 1975. 208 с.

О возможности применения интервальных гипоксических тренировок у пловцов в предсоревновательном периоде

Юферицин Д.В.¹, Уляшева Е.А.², Шилов А.С.²

¹Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

²Отдел сравнительной кардиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
e-mail: s.shilov@icloud.com

В процессе выполнения соревновательного упражнения организму пловца вне зависимости от специфики спортивной дисциплины и стиля плавания необходимо противостоять постепенно

наступающему мышечному утомлению в условиях ограничения со стороны дыхательной функции. Для успешного течения и физической тренировки данного физиологического процесса во время тренировочных воздействий спортсмен адаптируется к условиям инспирации и экспирации на стыке воздушной и водной среды и к внутренним функциональным и биохимическим изменениям. На сегодняшний день существует множество методических приемов и методов адаптировать организм к предстоящим предельным для него нагрузкам [1, 4]. Одним из таких методов является применение интервальных нормобарических гипоксических изокапнических тренировок и гипоксического прекоиндиционирования. Спектр методик данного вида воздействия довольно разнообразен и включает в себя: носовое дыхание при легкоатлетическом беге, гиповентиляционное дыхание, плавание с трубкой, в том числе, резистивной; задержку дыхания в состоянии покоя (при заданных условиях гипоксических экспозиций и нормоксической респирации), плавание на задержке дыхания коротких отрезков, плавание с дыханием через пять и более циклов движений руками – апноэ; использование факторов «среднегорья» и «высокогорья», а также создание искусственной гипоксии с помощью гипоксической газовой смеси – условий пониженной концентрации кислорода в атмосферном воздухе и многое другое [1, 2, 5].

В связи с вышеизложенным, актуальность исследования гемодинамических изменений при интервальных гипоксических тренировках у пловцов в предсоревновательном периоде объясняется высокой конкуренцией в данном виде спорта и, как следствие, поиском новых и наиболее эффективных методов их адаптации к недостатку кислородной доставки и обеспечения мышечной деятельности в процессе выполнения соревновательного упражнения, а также созданием альтернативных дополнительных средств подготовки спортсменов к соревнованиям в структуре реализации различных тренировочных микро- и мезоциклов в условиях отсутствия возможностей использования гипобарической гипоксической гипоксии во время учебно-тренировочных сборов [3, 5].

Организация и методы. Исследование проводилось в г. Сыктывкаре на базе МАУ СШОР «Аквалидер». Исследуемыми являлись занимающиеся данной спортивной школы мужского (10 чел.) и женского (пять человек) пола в возрасте от 13 до 20 лет; спортивная

квалификация на момент начала исследования – 1 разряд (семь человек), кандидат в мастера спорта (семь человек) и мастер спорта России (один человек), спортсмены специализировались в разных спортивных дисциплинах плавания. Для проведения обследования был разработан дизайн интервальной гипоксической (изокапнической, нормобарической) тренировки, согласно которому исследуемые в состоянии физического и психоэмоционального покоя в течение семи суток дышали гипоксической газовой смесью с содержанием O_2 от 10 до 12% по 5 мин в течение девяти циклов в первые сутки и 10 циклов со вторых по седьмые сутки. Нормоксические реституции при этом составляли 2 мин с первых по четвертые сутки и 1 минуту с пятых по седьмые сутки. В процессе исследования каждую минуту оценивали ЧСС и сатурацию артериальной крови (SpO_2) портативным пульсоксиметром. Полученные данные были занесены в таблицы и на их основании были построены графики изменений частоты сердечных сокращений (ЧСС) и оксигенации в недельном цикле проведения ИГТ при гипоксической респирации и нормоксических интервалах респирации между дыхательными сессиями.

Результаты и обсуждение. По мере прохождения исследуемыми семисуточного курса интермитирующих гипоксических тренировок происходило отчетливо выраженное меньшее понижение SpO_2 и повышение ЧСС, при этом (судя по коэффициентам регрессии) повышалась эффективность компенсаторной реакции деятельности сердца на понижение насыщения крови кислородом. Кратковременное прекондиционирующее воздействие гипоксического фактора сопровождалось брадикардическим эффектом деятельности сердца. Следует отметить, что на седьмые сутки ИГТ сохранялась неизменность хронотропной реакции сердца; оксигенация артериальной крови при этом приближалась к фоновым значениям. В период проведения семисуточной ИГТ острая гипоксия не вызывала значимых отличий ЧСС от фоновых значений, но сохранялись признаки повышения устойчивости и резистентности к развивающейся гипоксемии организма по мере увеличения длительности гипоксической нагрузки.

Заключение. Судя по результатам исследования можно предположить, что ИГТ данного режима лишь кратковременно сохраняет эффект повышения устойчивости вегетативных функций к гипоксемии и гипоксии нагрузки у пловцов средней и высокой квалифика-

ции. Следовательно, ИГТ обладает ограниченными возможностями в повышении устойчивости организма спортсменов-пловцов, специфика учебно-тренировочного и соревновательного процессов у которых предполагает выполнение большого объема работы в условиях ограничения гиперпноэ и доставки кислорода к работающим мышцам.

Литература

1. Камалова Э.И. Методика применения интервальной гипоксической тренировки в подготовке пловцов-ветеранов 35-39 лет [Текст] / Э.И. Камалова, З.М. Кузнецова, А.В. Рыженков // Омский научный вестник. 2009. № 5. С. 176-178.

2. Рыженков А.В. Применение интервальной гипоксической тренировки в подготовке пловцов 12-14 лет [Электронный ресурс] / А.В. Рыженков // Камский государственный институт физической культуры. 2008. № 1. С. 1-6.

3. Фудин Н.А. и др. Произвольное формирование гиповентиляционного дыхания на фоне физических упражнений как средство повышения выносливости человека к интенсивной физической нагрузке // Вестник спортивной науки. 2018. № 3. С. 41-45.

4. Ширковец Е.А. и др. Соотношение нагрузок разной направленности и адаптация организма в макроцикле подготовки пловцов высокой квалификации // Вестник спортивной науки. 2018. № 3. С. 14.

5. Rodriguez Ferran et al. Altitude Training in Elite Swimmers for Sea Level Performance (Altitude Project) // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2015. 47(9). P. 1965-1978.

Возможности применения водного раствора *Chlorella vulgaris* как функционального питания при физических нагрузках

Юшковская О.Г., Плакида А.Л., Филоненко А.В.

Одесский национальный медицинский университет, г. Одесса
e-mail: med_rehab@ukr.net

Исследование и разработка питания для обеспечения организма спортсменов микронутриентами в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок являются одним из наиболее важных направлений спортивной медицины. В настоящее время наблюдается растущий интерес к биологически активным пищевым добавкам на основе натуральных, экологически чистых компонентов. Одним из наиболее

перспективных продуктов данного направления являются биологические добавки, созданные с использованием зеленой пресноводной водоросли хлорелла (*Chlorophyta, Trebouxiophyceae*) [2, 6]. Рядом авторов получены интересные данные о влиянии употребления хлореллы при оксидативном стрессе: исследователями обнаружено значительное повышение оксидантной активности сыворотки крови, снижение общей утомляемости, повышение работоспособности и т.д. [1, 5]. Однако подавляющее большинство этих исследований выполнены на лабораторных животных, что не позволяет с достаточной точностью апробировать полученные данные для клинических целей [3, 4].

Изложенные факты послужили основой данного исследования, целью которого было изучение влияния курсового приема водной суспензии хлореллы (*Chlorella vulgaris*) на физическую работоспособность и показатели крови у здоровых людей.

В исследовании принимали участие 30 клинически здоровых человек, в возрасте от 17 до 66 лет (10 мужчин и 20 женщин). Обследуемые принимали водную суспензию живой хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 с концентрацией 19-34 млн кл/мл производства компании «Algalife», Украина, в количестве 500 мл в сутки, по 250 мл утром и вечером, за 20-30 мин до еды. Курс приема составлял 28 дней.

До и после завершения курса были проведены исследования физической работоспособности (тест PWC₁₇₀), общий и биохимический анализы крови. По окончании курса ни один из обследуемых не отметил ухудшения самочувствия, напротив, положительная динамика наблюдалась у 84,3%, причем 46,7% отметили повышение общего тонуса, уменьшение длительности необходимого для восстановления сна, а 30% отметили нормализацию работы кишечника.

Оценка физической работоспособности не выявила достоверных изменений в величинах PWC₁₇₀ и PWC₁₇₀/кг ($p > 0.05$). Однако, если проследить динамику показателя PWC₁₇₀/кг жировой массы, то наблюдается достоверное повышение величины физической работоспособности: $(5,8 \pm 3,95)$ и $(8,8 \pm 5,99)$ Вт/кг, $p < 0,01$. Данное наблюдение позволяет заключить, что показатель PWC₁₇₀/кг жировой массы является более чувствительным для оценки динамики физической работоспособности, чем показатель PWC₁₇₀/кг.

Особый интерес представляют изменения, произошедшие в величинах гемодинамических параметров как в состоянии мышечного

покоя, так и во время обеспечения выполнения физической нагрузки. Зарегистрирована достаточно выраженная, хотя и статистически недостоверная ($p > 0.05$) тенденция к снижению исходной величины частоты пульса. В то же время наблюдаемое снижение величин исходных систолического и диастолического давления достоверно значимо: $p < 0,001$ и $p < 0,05$ соответственно. Для оценки эффективности гемодинамики при выполнении физической нагрузки нами рассчитывались величины двойного произведения – произведение величин частоты пульса и систолического давления и индекс Робинсона – частное от деления двойного произведения на величину мощности нагрузки. Данные величины после проведенного курса достоверно снизились – ($p < 0.01$) и ($p < 0.01$) соответственно, что указывает на существенное повышение эффективности гемодинамического обеспечения выполнения физической нагрузки. При анализе изменений элементов формулы крови получены следующие результаты (см. таблицу).

Общее количество эритроцитов достоверно не изменилось, однако уровень гемоглобина существенно увеличился ($p < 0,001$). В результате на высоком уровне достоверности произошло повышение цветного показателя ($p < 0,001$), что свидетельствует о значительном улучшении кислородтранспортной функции крови. Также зарегистрировано достоверное увеличение количества лейкоцитов и лимфоцитов (в пределах нормативных показателей), что позволяет сделать предположение о стимуляции иммунной системы крови. В то же время достоверных изменений количества других форменных элементов крови не наблюдалось.

Полученные данные подтверждают значительную биологическую активность водной суспензии хлореллы и ее воздействие на

Таблица

Динамика показателей формулы крови под влиянием курсового приема хлореллы, $X \pm s$

| Параметры | До курсового приема | После курсового приема | Достоверность, Р |
|-------------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | $4,8 \pm 0,47$ | $4,7 \pm 0,49$ | $>0,05$ |
| Гемоглобин, г/л | $138,08 \pm 27,08$ | $142,98 \pm 16,4$ | $<0,001$ |
| Цветной показатель, ед. | $86,9 \pm 4,19$ | $91,1 \pm 4,59$ | $<0,001$ |
| Лейкоциты, $10^9/л$ | $5,7 \pm 1,15$ | $6,5 \pm 1,68$ | $<0,05$ |
| Лимфоциты, % | $2,3 \pm 0,39$ | $2,5 \pm 0,51$ | $<0,05$ |

организм человека. Это определяет высокую потенциальную возможность использования хлореллы в качестве функционального питания при тренировочных нагрузках различной степени интенсивности, что должно стимулировать дальнейшие исследования в этом направлении.

Литература

1. Amin A. Chemopreventive effect of chlorella on the antioxidant system in DMBA-induced oxidative stress in liver. *International Journal of Pharmacology*. 2008, 4, 169-176.
2. Barkia I., Saari N., Manning SR. Microalgae for High-Value Products Towards Human Health and Nutrition. *Marine Drugs*. 2019;17(5). 304-312
3. Cherng J.-Y. and Shih, M.-F. Potential hypoglycemic effects of Chlorella in streptozotocin-induced diabetic mice. *Life Sciences*. 2005, 77, 980-990.
4. Emami S., Olfati A. Effects of Dietary Supplementing of Spirulina Platensis and Chlorella Vulgaris Microalgae on Hematologic Parameters in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Iranian Journal of Pediatric Hematology and Oncology*. 2017; 7(3): 163-70.
5. Lee H.S., Choi C.Y., Cho C. and Song, Y. Attenuating effect of Chlorella supplement on oxidative stress and NF- κ B activation in peritoneal macrophage and liver of C57BL/6 mice fed on an atherogenic diet. *Bioscience biotechnology and biochemistry*. 2003. 67. 2083-2090.
6. Matos J., Cardoso C., Bandarra NM., Afonso C. Microalgae as healthy ingredients for functional food: a review. *Food & Function*. 2017;8(8):2672-85.

Алфавитный указатель

- Аверин С.О. 81
Азаров Я.Э. 74,
Александрова (Головина) А.С. 44,
Бабошина Н.В. 3,
Балясников И.Н. 96,
Белогорцев Д.О. 32,
Бердичевская Е.М. 78,
Берникова О.Г. 74
Бойко Е.Р. 12, 52, 57, 69,
Бондаренко К.К. 9
Бочаров М.И. 6, 90,
Варламова Н.Г. 12, 74,
Волков П.Б. 15,
Гарнов И.О. 12, 69, 74, 88,
Голубева А.А. 78,
Горская И.Ю. 18,
Гуштурова И.В. 21,
Дерновой Б.Ф. 24,
Есева Т.В. 29,
Жильцова И.И. 44,
Изъюров В.Д. 93,
Иржак Л.И. 40,
Кабанов М.В. 32,
Кардаш А.В. 18,
Катрич Л.В. 78,
Кисина (Шереверова) А.А. 32,
Королёв Ю.Н. 44,
Крестьянинова Т.Ю. 75,
Кузнецова О.Б. 34,
Лахтионов А.В. 93
Логинова Т.П. 12, 69,
Людицина А.Ю. 29,
Малах О.Н. 75,
Марков А.Л. 38, 69,
Мергасова К.Р. 84,
Монгалёв Н.П. 40,
Мызников И.Л. 32, 44, 47,
Нутрихин А.В. 57, 69,
Осколкова Е.М. 65,
Паршукова А.Н. 65,
Паршукова О.И. 52,
Плакида А.Л. 102,
Потолицына Н.Н. 29, 57,
Примаченко П. 9,
Прошева В.И. 24,
Райчук Д.А. 18,
Рубцов Н.Г. 60, 63,
Рубцова Л.Ю. 40,
Русских Н.Г. 65,
Солонин Ю.Г. 69,
Тиханович Е.А. 74,
Тихомирова И.А. 3,
Тишутин Н.А. 75,
Тришин Е.С. 78,
Туровинина Е.Ф. 81,
Уляшева Е.А. 99,
Ушакова Н.Е. 84,
Филоненко А.В. 102,
Чалышева А.А. 88,
Черных А.А. 12, 69
Шилов А.С. 90, 93, 96, 99,
Шишина Е.В. 81,
Юферицин Д.В. 99,
Юшковская О.Г. 102.

Содержание

| | |
|--|----|
| <i>Бабошина Н.В., Тихомирова И.А.</i> Реакция системы микроциркуляции на выполнение дозированной физической нагрузки у лиц обоего пола подросткового возраста | 3 |
| <i>Бочаров М.И.</i> Генез моторики у юных легкоатлетов Республиканской спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва | 6 |
| <i>Бондаренко К.К., Примаченко П.</i> Влияние поясничной опоры на кинематику движений в фазе финального усилия метания копья | 9 |
| <i>Варламова Н.Г., Логинова Т.П., Гарнов И.О., Черных А.А., Бойко Е.Р.</i> Инверсия зубца Т ЭКГ у лыжников-гонщиков разного пола в тесте «до отказа» | 12 |
| <i>Волков П.Б.</i> Профилактика гипокинезии у студентов-первокурсников на занятиях элективных курсов по физической культуре | 15 |
| <i>Горская И.Ю., Кардаш А.В., Райчук Д.А.</i> Выраженность двигательной асимметрии при выполнении координационных тестов и технических действий квалифицированных волейболисток | 18 |
| <i>Гуштурова И.В.</i> Гигиеническая оценка рациона питания юных лыжников 15-16 лет в условиях учебно-тренировочных сборов | 21 |
| <i>Дерновой Б.Ф., Прошева В.И.</i> Сердечно-сосудистая система у элитных спортсменов-лыжников в периоды сезонной подготовки к соревнованиям | 24 |
| <i>Есева Т.В., Людина А.Ю., Потолицына Н.Н.</i> Показатели фактического питания лыжников-гонщиков в соревновательный период | 29 |
| <i>Кабанов М.В., Мызников И.Л., Белогорцев Д.О., Кисина (Шереверова) А.А.</i> Исследование коэффициента эффективности потребления кислорода у лиц призывного возраста, систематически занимающихся спортом | 32 |

| | |
|---|----|
| Кузнецова О.Б. Рациональная физическая активность как фактор экономизации функций сердца при умственной деятельности у мужчин | 34 |
| Марков А.Л. Возрастные и половые особенности вариабельности сердечного ритма у лыжников-гонщиков 15-18 лет | 38 |
| Монгалёв Н.П., Рубцова Л.Ю., Иржак Л.И. Половые различия среднего диаметра эритроцитов и ретикулоцитов у лыжников-гонщиков | 40 |
| Мызников И.Л., Александрова (Головина) А.С. , Жильцова И.И., Королёв Ю.Н. Способ оценки эффекта действующего фактора (на примере гипоксической пробы) | 44 |
| Мызников И.Л. Подходы к решению многокритериальных задач в спортивной медицине | 47 |
| Паршукова О.И., Бойко Е.Р. Маркеры сосудистого тонуса в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков Республики Коми в течение годового тренировочного цикла | 52 |
| Потолицына Н.Н., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Предсоревновательный уровень витаминов у спортсменов циклических и ациклических видов спорта | 57 |
| Рубцов Н.Г. Инновационные технологии в современном спорте | 60 |
| Рубцов Н.Г. Формирование культуры здорового образа жизни населения | 63 |
| Русских Н.Г., Осколкова Е.М., Паршукова А.Н. Влияние кратковременных физических нагрузок разного характера на интервалы ЭКГ у юношей | 65 |
| Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л., Нутрихин А.В., Черных А.А. Влияние широтного фактора на организм лыжников на Севере | 69 |
| Тиханович Е.А., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Азаров Я.Э., Берникова О.Г. Ассоциация между инверсией T-волны на ЭКГ и показателями аэробной производительности у лыжников | 74 |

| | |
|--|-----|
| <i>Тишутин Н.А., Малах О.Н., Крестьянинова Т.Ю.</i> Влияние дозированной физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему спортсменов различной квалификации в условиях северного региона Республики Беларусь | 75 |
| <i>Тришин Е.С., Бердичевская Е.М., Катрич Л.В., Голубева А.А.</i> Особенности оценки индивидуального биологического времени и пространства с учетом функциональных асимметрий у квалифицированных фехтовальщиков | 78 |
| <i>Туровина Е.Ф., Шишина Е.В., Аверин С.О.</i> Структурно-функциональная оценка организма в здоровьесберегающих технологиях на санаторном этапе | 81 |
| <i>Ушакова Н.Е., Мергасова К.Р.</i> Формирование мотивов занятия спортом (на примере старших школьников и студентов, занимающихся баскетболом) | 84 |
| <i>Чальшиева А.А., Гарнов И.О.</i> Динамика показателей стресса-восстановления у мужчин и женщин в циклических видах спорта на протяжении тренировочно-соревновательного цикла | 88 |
| <i>Шилов А.С., Бочаров М.И.</i> Индивидуальные особенности активации мотонейронных пулов у спортсменов при гипоксических воздействиях | 90 |
| <i>Шилов А.С., Изъюров В.Д., Лахтионов А.В.</i> Электроэнцефалографические изменения у студентов-спортсменов при развивающейся гипоксемии организма | 93 |
| <i>Шилов А.С., Балясников И.Н.</i> Особенности нервно-мышечного аппарата легкоатлетов-спринтеров в различные периоды годового тренировочного цикла | 96 |
| <i>Юферицин Д.В., Уляшева Е.А., Шилов А.С.</i> О возможности применения интервальных гипоксических тренировок у пловцов в предсоревновательном периоде | 99 |
| <i>Юшковская О.Г., Плакида А.Л., Филоненко А.В.</i> Возможности применения водного раствора <i>Chlorella vulgaris</i> как функционального питания при физических нагрузках | 102 |



Научное издание

III Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием

МЕДИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СЕВЕРЕ

Материалы докладов

Редактор О.А. Гросу
Оригинал-макет и дизайн обложки Д.В. Осипова

Лицензия №0047 от 10.01.99.
Компьютерный набор. Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 7. Уч.-изд.л. 7. Тираж 100. Заказ № ...

Редакционно-издательский отдел ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
167982, Республика Коми, ГСП, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.

