

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 612.1+612.766.1]:612.8.019:796.422.12.071.2

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА, ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БЕГУНИЙ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ

Е.Л. МИХАЛЮК, М.В. ДИДЕНКО

*Запорожский государственный медицинский университет,
г. Запорожье. Украина, evg.mikhalyuk@gmail.com.*

Введение. За последнее десятилетие, в процессе подготовки квалифицированных легкоатлетов–спринтеров наблюдается значительное увеличение как специфических, так и соревновательных нагрузок [3]. Однако уже становится очевидным, что простое наращивание объемов и интенсивности тренировочных нагрузок в процессе подготовки бегунов на короткие дистанции не приводит к планируемому результату [10]. Так, ликвидацию отставания спринтеров России от мировой элиты российские ученые видят не столько за счет арифметического увеличения объема и интенсивности тренировочных нагрузок на отдельных этапах подготовки, сколько за счет тактики и технологии взаимодействия тренировочных и физических средств восстановления [1].

Физическая нагрузка бегунов на короткие дистанции носит работу максимальной интенсивности (80–90% от максимальной) и минимальной продолжительности (5–20 секунд), которую обеспечивает креатинфосфатная система. Выполняемая тренировочная работа осуществляется с высокой ЧСС и предъявляет высокие требования к состоянию сердечно–сосудистой системы спринтеров. Подобные физические нагрузки часто являются причиной истощения адаптивного потенциала организма спортсмена и развития состояния дизадаптации, что может отразиться на вегетативном обеспечении сердечного ритма, показателях центральной гемодинамики, а также на физической работоспособности, как показателе здоровья.

Во время тренировок скоростного характера, когда к организму спортсмена предъявляются требования постоянно поддерживать аппарат кровообращения в состоянии «повышенной готовности», совершенствуются преимущественно механизмы срочной адаптации аппарата кровообращения. Это, в свою очередь, приводит к преимущественному включению хронотропного механизма обеспечения и поддержки необходимого уровня кровообращения во время выполнения нагрузки [4].

Вопросы вегетативного обеспечения тренировочной деятельности у легкоатлетов–спринтеров представлены в наших ранних работах [5,6]. Так, нами показано, что оптимальные величины индекса напряжения регуляторных систем (ИН) и симпато–вагального индекса сопровождаются усилением парасимпатических влияний автономной нервной системы (АНС) у спринтеров–мужчин высокого класса.

И.Ш. Мутаева и Ч.А. Гизатуллина [8] считают, что оптимальное построение методики тренировки легкоатлетов–спринтеров возможно при нормировании объема и интенсивности нагрузки с учетом типологических особенностей кровообращения. Ими установлено, что у представителей различных типов кровообращения различаются показатели центральной гемодинамики и аэробной производительности.

Физическая работоспособность является интегральным показателем функционального состояния организма, одним из объективных критериев здоровья человека, важным показателем эффективности спортивной тренировки. Являясь одной из составных частей общей подготовленности спортсмена, работоспособность на разных этапах и периодах спортивной тренировки стала объектом пристального внимания многих исследователей [2,7,11], поэтому справедлив интерес к величинам этого показателя у легкоатлетов–спринтеров.

Целью работы явилось изучение биоэлектрической активности сердца, вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у легкоатлетов–спринтеров квалификации от II–III разряда до ЗМС.

Методика и объекты исследования. В начале подготовительного периода проведено комплексное обследование, включающее определение показателей электрокардиограммы, вариабель-

ности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у 30-ти легкоатлетов-спринтеров. Для удобства интерпретации полученных данных были сформированы следующие группы. Спортсменки уровня мастер спорта (МС) и заслуженный мастер спорта (ЗМС) – составили группу МС-ЗМС – 9 человек, группу квалификации кандидат в мастера спорта (КМС) – 6 человек, квалификации 1 разряд – 9 человек и квалификации II-III-ий разряд – 6 спортсменов.

Для анализа вегетативной регуляции сердечной деятельности использовали математические методы анализа ВСР. Выделяли следующие характеристики: мода (M_o , с), амплитуда моды (AM_o , %), вариационный размах (D , с). Рассчитывали ряд производных показателей: индекс вегетативного равновесия (AM_o/D , %/с), вегетативный показатель ритма (ВПР, $1/c^2$), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, %/с), индекс напряжения (ИН, отн.ед.). Анализ и оценка частотных компонентов сердечного ритма проводилась путем исследования спектральных показателей автокорреляционных функций: общая мощность спектра TP (mc^2), мощность в диапазоне очень низких частот VLF (mc^2), мощность в диапазоне низких LF (mc^2) и высоких HF (mc^2) частот, LF и HF в нормализованных единицах (LFn, %, HFn, %), соотношение LF/HF (отн.ед.).

Центральную гемодинамику изучали методом автоматизированной тетраполярной реографии по W.Kubiček et al. (1970) в модификации Ю.Т.Пушкаря с соавт. (1970). Рассчитывали ударный и минутный объемы крови (УО, МОК), ударный и сердечный индексы (УИ, СИ), общее и удельное периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, УПС). Определение физической работоспособности осуществляли по общепринятой методике на велоэргометре с использованием субмаксимального теста PWC₁₇₀ [11] и расчетом относительной величины физической работоспособности, т.е. PWC_{170/кг}. Индекс функционального состояния (ИФС) рассчитывали по формуле, предложенной и запатентованной нами [9].

Результаты и их обсуждение. Сравнимые группы бегуний на короткие дистанции, которые были распределены по квалификации на группы, закономерно различались по возрасту и стажу занятий спринтом, за исключением спортсменок I-го и II-III-го разряда, у которых спортивный стаж между собой составил, соответственно $4,3 \pm 0,37$ и $3,0 \pm 0,78$ лет и достоверно не отличался ($p > 0,05$). Важно отметить, что длина тела у легкоатлетов-спринтеров была практически одинакова и составляла от $169,2 \pm 1,07$ см у МС-ЗМС до $170,0 \pm 1,37$ см у спортсменок I-го разряда и $166,5 \pm 2,88$ см у спортсменок II-III-го разряда. По массе тела достоверные различия зафиксированы между спортсменками уровня МС-ЗМС и квалификации КМС ($61,8 \pm 1,33$ против $56,3 \pm 1,22$ кг, $p < 0,05$), I-го разряда ($61,8 \pm 1,33$ против $55,9 \pm 1,70$ кг, $p < 0,05$) и II-III-го разряда ($61,8 \pm 1,33$ против $56,3 \pm 2,50$ кг, $p < 0,05$).

У всех легкоатлетов-спринтеров по данным ЭКГ был определен синусовый правильный ритм с достаточным вольтажем, при этом электрическая ось сердца не была отклонена. У 3-х спортсменок обнаружена неполная блокада правой ножки пучка Гиса, у одной – синдром ранней реполяризации желудочков и у двух – признаки кардиомиопатии вследствие хронического физического перенапряжения. Следует заметить, что два последних диагноза, после проведенного субмаксимального теста PWC₁₇₀ были сняты.

Сравнение средних величин вариабельности сердечного ритма у бегуний на короткие дистанции показало следующее. Прежде всего стоит отметить наличие достоверных различий показателя ПАПР, который отражает соответствие между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью. Этот показатель был достоверно больше у спортсменок уровня МС-ЗМС по сравнению со спринтерами квалификации 1 разряд ($51,92 \pm 5,90$ против $40,62 \pm 5,63$ %/с, $p < 0,05$), что свидетельствует о преобладании парасимпатического звена АНС у более квалифицированных спортсменок. Среди остальных показателей ВСР у спортсменок уровня МС-ЗМС, КМС и I-го разряда достоверных различий выявлено не было, за исключением спортсменок II-III-го разряда, у которых большинство частотных показателей выглядели предпочтительнее по сравнению со спринтерами I разряда и КМС. Это выразилось в меньших величинах показателя LF (m/c^2) ($p < 0,05$) и соотношения LF/HF (отн.ед.) ($p < 0,05$), что может косвенно судить об относительно невысоких тренировочных нагрузках преимущественно общеразвивающего характера. У бегуний I разряда и КМС, на данном этапе тренировочного процесса нагрузки носили более интенсивный характер, что проявилось некоторым преобладанием у них симпатического звена АНС.

Анализ показателей центральной гемодинамики показал, что несмотря на относительно меньшие величины ЧСС у бегуний уровня МС-ЗМС ($61,8 \pm 2,30$ уд/мин) по сравнению со спортсменками квалификации КМС ($62,2 \pm 6,29$ уд/мин), I разряда ($62,9 \pm 2,43$ уд/мин) и II-III-го разряда ($67,3 \pm 4,23$ уд/мин) эти величины достоверно не различались. Также у обследованных легкоатлетов отсутствовали достоверные различия среди величин ударного индекса. Интегральный показатель

центральной гемодинамики, каким является сердечный индекс в сравниваемых группах имел следующие особенности. У спортсменок уровня МС–ЗМС и КМС средняя величина СИ соответствовала величинам, относящимся к гипокинетическому типу кровообращения (ТК), а у бегуний квалификации 1–ый и II–III–ий разряды – эукинетическому ТК. Стоит отметить, что достоверные различия средних величин СИ были зафиксированы между спортсменками уровня МС–ЗМС и бегуньями 1–го и II–III–го разряда ($p < 0,05$; $p < 0,05$), а также между спортсменками квалификации КМС и II–III–го разряда ($p < 0,05$).

При более детальном анализе обнаружены некоторые особенности соотношения ТК у легкоатлетов, различающихся по квалификации. Так, если у бегуний уровня МС–ЗМС соотношение ТК имело вид 77,8%:22,2%:0%, соответственно гипо-, эу- и гиперкинетический ТК, то по мере снижения спортивной квалификации отмечается уменьшение количества спортсменок с гипокинетическим ТК и увеличение их числа с эу- и гиперкинетическим ТК. То есть, у спортсменок квалификации 1 разряд это соотношение составило 33,3%:66,7%:0%, а у бегуний квалификации II–III–ий разряды, вообще, отсутствовали лица с гипокинетическим ТК и это соотношение имело вид 0%:83,3%:16,7%. Наши данные совпадают с результатами, полученными И.Ш.Мутаевой и Ч.А.Гизатуллиной [8], и очередной раз подтверждают общепринятые сведения о том, что у спортсменов высокого класса, под воздействием многолетних тренировок, происходит формирование гипокинетического ТК, как свидетельство экономизации физиологических функций. Сравнение величин ОПСС и УПС показало отсутствие достоверных различий между группами бегуний, за исключением спортсменок квалификации КМС и 1 разряда, у которых эти величины были больше, чем у спортсменок II–III–го разряда ($p < 0,05$; $p < 0,05$).

Физическая работоспособность, определяемая при помощи субмаксимального теста PWC_{170} и, соответственно, ее относительная величина ($PWC_{170/кг}$) была наибольшей у бегуний уровня МС–ЗМС ($17,38 \pm 0,37$ кгм/мин/кг) по сравнению с бегуньями квалификации КМС, однако статистически не различалась между группами. Достоверные различия величины $PWC_{170/кг}$ обнаружены между спринтерами уровня МС–ЗМС и спортсменками 1–го и II–III–го разряда ($p < 0,05$; $p < 0,01$), а также между бегуньями квалификации КМС и 1 разряда по сравнению со спортсменками II–III–го разряда ($p < 0,01$; $p < 0,05$), у которых она была наименьшей ($12,98 \pm 0,54$ кгм/мин/кг). Следует обратить внимание на отсутствие достоверных различий среди величин $PWC_{170/кг}$ между спортсменками квалификации КМС и 1 разряд ($16,82 \pm 1,39$ против $15,93 \pm 0,73$ кгм/мин/кг, $p > 0,05$).

Средняя величина индекса функционального состояния статистически не различалась между бегуньями уровня МС–ЗМС и спортсменками квалификации КМС, но достоверно была больше чем у спортсменок квалификации 1–й и II–III–ий разряд. В целом, ИФС на данном этапе тренировочного процесса не отличался большой величиной и соответствовал, согласно нашей квалификации ниже средней оценке, а у спортсменок квалификации II–III–ий разряд – низкой.

Особый интерес представляют данные корреляционного анализа между интегральными показателями центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, физической работоспособности и индекса функционального состояния у легкоатлетов–спринтеров, различающихся по квалификации. Так, положительная корреляционная связь была обнаружена между показателями ИН и СИ на уровне $r = 0,62$ ($p < 0,05$) у бегуний уровня МС–ЗМС, $r = 0,79$ ($p < 0,05$) у спортсменок квалификации КМС и $r = 0,83$ ($p < 0,05$) у спортсменок 1–го разряда. В наших предыдущих исследованиях [5] в группе легкоатлетов–спринтеров квалификации 1 разряд–КМС была обнаружена положительная корреляционная связь между показателем ИН и СИ на уровне, $r = 0,57$ ($p < 0,014$).

Достоверная отрицательная корреляционная связь установлена между показателем СИ и ИФС, так у бегуний уровня МС–ЗМС она составила $r = -0,84$ ($p < 0,05$), у спортсменок квалификации КМС $r = -0,56$ ($p < 0,05$) и $r = -0,66$ ($p < 0,05$) – у спортсменок 1–го разряда. Между показателем ИН и $PWC_{170/кг}$ также обнаружена отрицательная корреляционная связь на уровне $r = -0,43$ ($p < 0,05$) у бегуний уровня МС–ЗМС, $r = -0,34$ ($p < 0,05$) – у спортсменок квалификации КМС и $r = -0,39$ ($p < 0,05$) у спортсменок 1–го разряда. Особенностью явилось отсутствие корреляционных связей между изучаемыми интегральными показателями у спортсменок квалификации II–III–ий разряд.

Таким образом, корреляционный анализ, проведенный отдельно по спортивной квалификации у легкоатлетов–спринтеров продемонстрировал взаимосвязь между интегральными показателями вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности, свидетельствующую о том, что по мере снижения индекса напряжения регуляторных систем, свидетельствующего о преобладании парасимпатического звена АНС, происходит снижение СИ до величин, характерных для гипокинетического ТК. Кроме того, это сопровождается увеличением физической работоспособности и индекса функционального состояния спортсменок.

Выводы.

1. Легкоатлеток–спринтеров характеризует нормальная электрокардиограмма и величины вариабельности сердечного ритма, свидетельствующие о превалировании парасимпатического звена автономной нервной системы.
2. У бегуний уровня МС–ЗМС и КМС чаще встречается гипокинетический ТК, как свидетельство экономизации физиологических функций, а у спортсменок 1–го и II–III–го разрядов – эукинетический ТК.
3. Наибольшие величины физической работоспособности зафиксированы у легкоатлеток уровня МС–ЗМС и эта величина достоверно снижается у бегуний по мере снижения их спортивной квалификации.
4. Проведенный корреляционный анализ обнаружил взаимосвязь между изучаемыми показателями у легкоатлеток–спринтеров, свидетельствующую о том, что превалирование парасимпатического звена АНС сопровождается гипокинетическим ТК, большими величинами физической работоспособности и ИФС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов, В.У. Кинематические характеристики и функциональное состояние спринтеров в беге на 100 м. /В.У. Аванесов, В.Н. Щеглов // Ученые записки, 2012. –№1. –С.7–11.
2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Сов. спорт, 2005. –312с.
3. Вовк, С.И. Рост и уплотнение нагрузок в современном спорте высших достижений как фактор обострения их воздействий на динамику состояния организма спортсмена / С.И. Вовк // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. –2012. –№2. –С.55–57.
4. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб.: Гиппократ. –1995.–448с.
5. Михалюк, Є.Л. Вегетативне забезпечення центральної гемодинаміки і фізичної працездатності у легкоатлеток–спринтерів / Є.Л. Михалюк, В.В. Сиволап, І.В. Ткаліч, М.М. Чечель //Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия “Биология, химия”. – Т.21 (60). – №3. – 2008. – С.100–106.
6. Михалюк, Є.Л. Вплив високих тренувальних навантажень на показники варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки і фізичної працездатності легкоатлетів–спринтерів високого класу / Є.Л. Михалюк, В.В. Сиволап, М.М. Чечель // Патологія, 2008. –Т.5. – №4. – С.61–63.
7. Мищенко, В.С. Эргометрические тесты и критерии интегральной оценки выносливости / В.С. Мищенко // Спортивна медицина. – 2005. – №1. – С.42–52.
8. Мутаева, И.Ш. Пути индивидуализации подготовки бегунов на короткие дистанции на основе учета типологических особенностей кровообращения / И.Ш. Мутаева, Ч.А. Гизатуллина // Педагогико–психологические и медико–биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2012. – №3 (24). – С.
9. Патент на корисну модель №36013 «Спосіб оцінки функціонального стану організму осіб, що займаються фізичною культурою та спортом» /МПК(2006) А61В5/00. Є.Л. Михалюк, В.В. Сиволап, І.В. Ткаліч. – 10.10.2008. Бюл. №19.
10. Суслов, Ф.П. Современная система спортивной подготовки / Ф.П. Суслов, В.Л. Сыч, Б.Н. Шустин. – М.: Изд–во «СААМ», 1995. –448 с.
11. Тестирование в спортивной медицине /В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.В. Гудков. – М.: ФИС, 1988. – 208 с.

FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION OF HEART RATE, CENTRAL HEMODYNAMICS AND PHYSICAL PERFORMANCE IN SHORT-DISTANCE RUNNERS

E.L. MIKHALYUK, M.V. DIDENKO

Summary

Analysis of results of the study shows that there is no significant difference between the level MS–MSIC, CMS and with qualifications I level bit on most of the studied parameters. Significant differences were found among the frequency of HRV in women athletes–sprinters with qualifications CMS and I level compared to women athletes–sprinters with qualifications II–III level. In women athletes–sprinters with qualifications MS–MSIC prevails hypokinetic TC and the lowering of sports training decreases the number of athletes with hypokinetic TC and an increase – from eu– and hyperkinetic TC. The value $PWC_{170/kg}$ significantly higher in women athletes–sprinters higher qualifications, except MS–MSIC and CMS in which these values were not different.

Keywords: women athletes–sprinters, electrocardiogram, heart rate variability, central hemodynamics, physical performance, index of the functional state, correlation.

© Михалюк Е.Л., Диденко М.В.

Поступила в редакцию 16 сентября 2015г.