



М. В. Диденко¹, Е. Л. Михалюк², С. Н. Малахова²

ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ-СПРИНТЕРОВ

¹Донецкий областной центр спортивной медицины,

²Запорожский государственный медицинский университет

Ключевые слова: легкоатлетки-спринтеры, электрокардиограмма, вариабельность сердечного ритма, центральная гемодинамика, физическая работоспособность, индекс функционального состояния, корреляция.

Анализ результатов исследования свидетельствует об отсутствии достоверных различий по большинству изучаемых показателей между спортсменками уровня МС-ЗМС и КМС, а также квалификации КМС и I разряд. Достоверные различия обнаружены среди частотных показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменок квалификации КМС и I разряд по сравнению со спортсменками II–III разряда. У спортсменок уровня МС-ЗМС и КМС превалирует гипокинетический тип кровообращения, и по мере снижения спортивной квалификации происходит уменьшение количества спортсменок с гипокинетическим и увеличение с эу- и гиперкинетическим типом кровообращения. Величина $PWC_{170\text{кг}}$ достоверно больше у спортсменок высокой квалификации, за исключением спортсменок уровня МС-ЗМС и КМС, у которых эти величины не отличались.

Вегетативне забезпечення показників серцево-судинної системи і фізичної працездатності легкоатлеток-спринтерок

М. В. Діденко, Є. Л. Михалюк, С. М. Малахова

Аналіз результатів дослідження свідчить про відсутність вірогідних відмінностей за більшістю досліджуваних показників між спортсменками рівня МС-ЗМС і КМС, а також кваліфікації КМС і I розряд. Вірогідні відмінності виявили серед частотних показників варіабельності серцевого ритму у спортсменок кваліфікації КМС і I розряд у порівнянні зі спортсменками II–III розрядів. У спортсменок рівня МС-ЗМС і КМС превалює гіпокінетичний тип кровообігу, і зі зниженням спортивної кваліфікації відбувається зменшення кількості спортсменок із гіпокінетичним і збільшення з еу- і гіперкінетичним типом кровообігу. Величина $PWC_{170\text{кг}}$ вірогідно більша у спортсменок високої кваліфікації, за винятком спортсменок рівня МС-ЗМС і КМС, у котрих ці величини не відрізнялись.

Ключові слова: легкоатлетки-спринтери, електрокардіограма, варіабельність серцевого ритму, центральна гемодинаміка, фізична працездатність, індекс функціонального стану, кореляція.

Запорізький медичний журнал. – 2014. – №1 (82). – С. 16–19

Vegetative provision indicators of cardiovascular system and physical efficiency of women athlete-sprinters

M. V. Didenko, E. L. Mikhalyuk, S. N. Malakhova

Analysis of results of the study showed that there is no significant difference between the levels of MS-MSIC, CMS and with qualifications I level bit on most of the studied parameters. Significant differences were found in the frequency of HRV in women athletes-sprinters with qualifications CMS and I level compared to women athletes-sprinters with qualifications of the II-III level. In women athletes-sprinters with qualifications MS-MSIC prevails hypokinetic TC. Lowering of sports training decreases the number of athletes with hypokinetic TC. The $PWC_{170\text{kg}}$ value was significantly higher in women athletes-sprinters of higher qualifications, except MS-MSIC and CMS.

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

Zaporozhye medical journal 2014; №1 (82): 16–19

Практика подготовки квалифицированных легкоатлеток-спринтерок показывает, что в последнее десятилетие наблюдается значительное увеличение как специфических, так и соревновательных нагрузок [3].

В то же время становится очевидным, что простое наращивание объемов и интенсивности тренировочных нагрузок в процессе подготовки бегунов на короткие дистанции не приводит к планируемому результату [10]. Пути ликвидации отставания спринтерок России от мировой элиты российские ученые видят не столько в арифметическом увеличении объема и интенсивности тренировочных нагрузок на отдельных этапах подготовки, сколько в тактике и технологии взаимодействия тренировочных и физических средств восстановления [1].

Физическая нагрузка бегунов на короткие дистанции – работа максимальной интенсивности (80–90% от макси-

мальной) и минимальной продолжительности (5–20 секунд), которую обеспечивает креатинфосфатная система. Выполняемая тренировочная работа осуществляется с высокой частотой сердечных сокращений (ЧСС) и предъявляет высокие требования к состоянию сердечно-сосудистой системы спринтерок. Подобные физические нагрузки часто являются причиной истощения адаптивного потенциала организма спортсменки 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 спортсменки 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 работах [5,6]. Так, показали, что оптимальные величины индекса напряжения регуляторных систем (ИН) и симпато-вагального индекса сопровождаются усилением парасимпатических влияний ВНС у мужчин-спринтеров 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. Авторы установили, что у представителей различных типов кровообращения различаются показатели центральной гемодинамики и аэробной производительности.

Физическая работоспособность – интегральный показатель функционального состояния организма, один из объективных критериев здоровья человека, важный показатель эффективности спортивной тренировки. Являясь одной из составных частей общей подготовленности спортсмена, работоспособность на разных этапах и в разные периоды спортивной тренировки стала объектом пристального внимания многих исследователей [2,7,11], поэтому справедлив интерес к величинам этого показателя у легкоатлеток-спринтеров.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение биоэлектрической активности сердца, вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у легкоатлеток-спринтеров квалификации от II–III разрядов до ЗМС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В начале подготовительного периода проведено комплексное обследование, включающее определение показателей электрокардиограммы, вариабельности сердечного ритма (ВСР), центральной гемодинамики и физической работоспособности у 30 легкоатлеток-спринтеров. Для удобства интерпретации полученных данных сформированы группы обследованных. 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 I разряд – 9 человек и квалификации II–III разряд – 6 спортсменок.

Для анализа вегетативной регуляции сердечной деятельности использовали математические методы анализа ВСР. Выделяли следующие характеристики: мода (M_0 , с), амплитуда моды (AM_0 , %), вариационный размах (D , с). Рассчитывали ряд производных показателей: индекс вегетативного равновесия (AM_0/D , %/с), вегетативный показатель ритма ($ВПР$, $1/c^2$), показатель адекватности процессов регуляции ($ПАПР$, %/с), индекс напряжения (ИН, отн.ед.). Анализ и оценку частотных компонентов сердечного ритма проводили 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 , %, HF_n , %), соотношение LF/HF (отн.ед.).

Центральную гемодинамику изучали методом автоматизированной тетраполярной реографии по W. Kubiček et al. (1970) в модификации Ю.Т. Пушкаря и 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 PWC_{170} [11] и расчетом относительной величины физической работоспособности, т.е. $PWC_{170/кг}$. Индекс функционального состояния (ИФС) рассчитывали по формуле, предложенной и запатентованной нами [9], где учитывалась относительная величина физической работоспособности, индекс Робинсона в состоянии покоя, после II физической нагрузки на велоэргометре и на 5 минуте восстановительного периода.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравниваемые группы легкоатлетов-спринтеров (женщины), которые были распределены по квалификации на группы, закономерно различались по возрасту и стажу занятий спринтом, за исключением спортсменок I и II–III разрядов, у которых спортивный стаж составил $4,3 \pm 0,37$ и $3,0 \pm 0,78$ лет соответственно и достоверно не различался ($p > 0,05$).

Важно отметить, что длина тела у легкоатлеток-спринтеров была практически одинаковой и составляла от $169,2 \pm 1,07$ см у МС-ЗМС до $170,0 \pm 1,37$ см у спортсменок I разряда и $166,5 \pm 2,88$ см у спортсменок II–III разрядов. По массе тела достоверные различия зафиксированы между показателями спортсменок уровня МС-ЗМС и квалификации КМС ($61,8 \pm 1,33$ против $56,3 \pm 1,22$ кг, $p < 0,05$), I разряда ($61,8 \pm 1,33$ против $55,9 \pm 1,70$ кг, $p < 0,05$) и II–III разрядов ($61,8 \pm 1,33$ против $56,3 \pm 2,50$ кг, $p < 0,05$).

Анализ электрокардиограмм показал, что у всех легкоатлеток-спринтеров определен синусовый правильный ритм с достаточным вольтажем, при этом электрическая ось сердца не отклонена. У 3 спортсменок обнаружена неполная блокада правой ножки пучка Гиса, у одной – синдром ранней реполяризации желудочков, у двух – признаки кардиомиопатии вследствие хронического физического перенапряжения. Следует отметить, что два последних диагноза после субмаксимального теста PWC_{170} 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 I разряд ($51,92 \pm 5,90$ против $40,62 \pm 5,63$ %/с, $p < 0,05$), что свидетельствует о преобладании парасимпатического звена ВНС у более квалифицированных



ных спортсменов. Среди остальных показателей ВСР у спортсменок уровня МС-ЗМС, КМС и I разряд достоверных различий не обнаружено, за исключением спортсменок II–III разрядов, 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 свидетельствовать 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 ВНС.

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 разряда ($67,3 \pm 4,23$ уд/мин), эти величины достоверно не различались. У обследованных легкоатлеток отсутствовали достоверные различия величин ударного индекса. Интегральный показатель центральной гемодинамики, которым является сердечный индекс, в сравниваемых группах имел некоторые особенности. У спортсменок уровня МС-ЗМС и КМС средняя величина СИ соответствовала величинам, относящимся к гипокинетическому типу кровообращения (ТК), а у бегуний квалификации I и II–III разряды – эукинетическому ТК. Стоит отметить, что достоверные различия средних величин СИ зафиксированы между показателями спортсменок уровня МС-ЗМС и бегуний I и II–III разрядов ($p < 0,05$; $p < 0,05$), а также между данными спортсменок квалификации КМС и II–III разрядов ($p < 0,05$).

При более детальном анализе обнаружены некоторые особенности соотношения ТК у легкоатлеток, 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 I разряд это соотношение составило 33,3%:66,7%:0%, а у бегуний квалификации II–III разряды вообще не определен гипокинетический 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 в очередной раз подтверждают общепринятые сведения, 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 I разряд, у которых эти величины были больше, чем у спортсменок II–III разряда ($p < 0,05$; $p < 0,05$).

Физическая работоспособность, определяемая при по-

мощи 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 со спортсменками квалификации КМС, однако статистически не различалась между группами. Достоверные различия величины $PWC_{170/кг}$ обнаружены между показателями спринтеров уровня МС-ЗМС и спортсменок I и II–III разрядов ($p < 0,05$; $p < 0,01$), а также между данными бегуний квалификации КМС и I разряд по сравнению со спортсменками II–III разрядов ($p < 0,01$; $p < 0,05$), 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 показателями спортсменок квалификации КМС и I 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 у бегуний уровня МС-ЗМС и спортсменок квалификации КМС, но достоверно была больше, чем у спортсменок квалификации I и II–III разряд. В целом, ИФС на данном этапе тренировочного процесса не отличался большой величиной и соответствовал, согласно нашей квалификации, оценке ниже средней, а у спортсменок квалификации II–III разряд – низкой.

Особый интерес представляют данные корреляционного анализа между интегральными показателями центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, физической работоспособности и индекса функционального состояния у легкоатлеток-спринтеров разной квалификации. Так, положительная корреляционная связь 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, $r = 0,83$ ($p < 0,05$) – у спортсменок I разряда. В предыдущих исследованиях [5] в группе легкоатлеток-спринтеров квалификации I разряд-КМС обнаружена положительная корреляционная связь между показателями 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 – $r = -0,56$ ($p < 0,05$), у спортсменок I разряда – $r = -0,66$ ($p < 0,05$). 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, $r = -0,39$ ($p < 0,05$) – у спортсменок I разряда. Особенность состояла в отсутствии корреляционных связей между изучаемыми интегральными показателями у спортсменок квалификации II–III разряд.

Таким образом, корреляционный анализ, проведенный отдельно по спортивной квалификации у легкоатлеток-спринтеров, продемонстрировал взаимосвязь между интегральными показателями вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности. Обнаруженная взаимосвязь показала, что по мере снижения индекса напряжения регуляторных систем, свидетельствующего о преобладании парасимпатического звена



ВНС, 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 variability сердечного ритма, свидетельствующие о превалировании парасимпатического звена вегетативной нервной системы.

2. У бегуний уровня МС-ЗМС и КМС чаще отмечают гипокинетический ТК как свидетельство экономизации физиологических функций, а у спортсменок I и II–III рядов – 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. Корреляционный анализ обнаружил взаимосвязь между изучаемыми показателями у легкоатлеток-спринтеров, свидетельствующую, что превалирование парасимпатического звена ВНС сопровождается гипокинетическим ТК и большими величинами физической работоспособности и ИФС.

Перспективой дальнейших исследований является изучение и анализ интегральных показателей легкоатлеток-спринтеров в соревновательном периоде тренировочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аванесов В.У.* Кинематические характеристики и функциональное состояние спринтеров в беге на 100 м. / В.У. Аванесов, В.Н. Щеглов // Ученые записки: научно-теоретический журнал. – 2012. – № 1. – С. 7–11.
2. *Белоцерковский З.Б.* Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Сов. спорт, 2005. – 312 с.
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. – 448 с.
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”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 3. – 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 // Спортивная 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).
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.: СААМ, 1995. – 448 с.
11. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.В. Гудков. – М.: ФИС, 1988. – 208 с.

Сведения об авторах:

Диденко М.В., главный врач, Донецкий областной центр спортивной медицины.

Михалюк Е.Л., д. мед. н., профессор, зав. каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, E-mail: evg.mikhalyuk@mail.ru

Малахова С.Н., к. мед. н., ассистент каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет.

Поступила в редакцию 12.11.2013 г.