

УДК 796.012.412.5.071.2:612.81:612.13]-055.2

Е. Л. Михалюк¹, С. Н. Малахова¹, М. В. Диденко²

Вегетативное обеспечение центральной гемодинамики и физической работоспособности бегуний на средние дистанции

¹Запорожский государственный медицинский,²Донецкий областной центр спортивной медицины

Ключевые слова: бегунии на средние дистанции, вариабельность сердечного ритма, центральная гемодинамика, физическая работоспособность, корреляция.

Актуальной проблемой является повышение эффективности технологии тренировочного процесса, необходимость получения достоверной информации о состоянии основных функциональных систем организма легкоатлетов, их физического и психического состояния. Для определения вегетативного обеспечения центральной гемодинамики и физической работоспособности у бегуний на средние дистанции в начале подготовительного периода проведено комплексное обследование, включающее определение показателей электрокардиограммы, вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у 34 легкоатлеток. Результаты исследования показали, что у бегуний на средние дистанции уровня МС-МСМК превалирует парасимпатическое звено ВНС, гипокINETический тип кровообращения, большие величины физической работоспособности и индекса функционального состояния по сравнению со спортсменками квалификации КМС, I и II-III разряды. Корреляционный анализ продемонстрировал достоверную взаимосвязь, свидетельствующую, что оптимальное вегетативное обеспечение тренировочного процесса бегуний на средние дистанции сопровождается гипокINETическим типом кровообращения и высокими цифрами $PWC_{170/kg}$ и ИФС.

Вегетативне забезпечення центральної гемодинаміки і фізичної працездатності жінок-бігунів на середні дистанції

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

Актуальною є проблема підвищення ефективності технології тренувального процесу, необхідності отримання достовірної інформації про стан основних функціональних систем організму легкоатлетів, їхнього фізичного й психічного стану. Для визначення вегетативного забезпечення центральної гемодинаміки і фізичної працездатності у жінок-бігунів на середні дистанції на початку підготовчого періоду здійснили комплексне обстеження, що включало визначення показників електрокардіограми, варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки й фізичної працездатності у 34 легкоатлеток. Результати дослідження показали, що у бігунів (жінки) на середні дистанції рівня МС-МСМК превалює парасимпатична ланка ВНС, гіпокINETичний тип кровообігу, значні величини фізичної працездатності та індексу функціонального стану в порівнянні зі спортсменками кваліфікації КМС, I і II-III розряди. Кореляційний аналіз продемонстрував вірогідний взаємозв'язок, який свідчить: оптимальне вегетативне забезпечення тренувального процесу бігунів на середні дистанції супроводжується гіпокINETичним типом кровообігу і високими цифрами $PWC_{170/kg}$ і ІФС.

Ключові слова: жінки-бігуні на середні дистанції, варіабельність серцевого ритму, центральна гемодинаміка, фізична працездатність, кореляція.

Патологія. – 2014. – №1 (30). – С. 96–99

Vegetative provision of central hemodynamics and physical performance of middle distance sportswomen-runners

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

Aims. To determine the autonomic provision of the central hemodynamics and physical performance in middle distance sportswomen-runners.

Methods and results. A comprehensive survey of 34 sportswomen-sprinters, qualifications from II-III level to the IMS, was carried out. For the analysis of vegetative cardiovascular regulation mathematical methods of HRV were used. In middle distance sportswomen-runners with qualifications of MS-IMS parasympathetic link of autonomic nervous system, hypokinetic types of circulation, large quantities of physical performance and index of functional state prevail compared with sportswomen-runners with qualifications of CMS, I-st, II-nd and III-rd level.

Conclusion. Correlation analysis showed a significant interconnection, indicating that the optimal vegetative providing of training process of middle distance runners is accompanied by hypokinetic TC and high digits of $PWC_{170/kg}$ and IFS.

Key words: middle distance, women-runners, heart rate, central hemodynamics, physical performance, correlation.

Pathologia. 2014; №1 (30): 96–99

Несмотря на достигнутые успехи в беге на средние дистанции (олимпийские чемпионки Н. Олизаренко, Т. Самоленко, О. Брызгина, М. Пинигина и др.), все же актуальной остается проблема повышения эффективности технологии тренировочного процесса, необходимости получения достоверной информации о состоянии основных функциональных систем организма легкоатлетов, их физического и психического состояния.

Известно, что во время бега на средние дистанции осуществляется циклическая работа субмаксимальной мощности с преимущественным развитием быстроты и выносливости, именно такое соотношение физических качеств представляет определенную сложность при осуществлении многолетнего тренировочного процесса.

В.И. Бобровник и Е.К. Козлова [2] сообщают, что в настоящее время разработана методика оценки физиче-

ского состояния спортсменов различной квалификации, специализирующихся в беге на короткие и средние дистанции. Методика включает комплекс педагогических тестов, оценочные таблицы, модельные показатели variability ритма сердца, тип вегетативной регуляции сердечного ритма и классификацию функциональных состояний спортсменов различной квалификации.

Факторный анализ, проведенный на основании соревновательной деятельности, показал, что у квалифицированных бегунов на дистанции 400–800 м ведущими факторами в 48% случаев являются показатели специальной выносливости, скоростной подготовленности и технические параметры бегового шага [7].

Прямая или косвенная зависимость спортивного результата от аэробного и анаэробного метаболизма, а также максимальных энергетических возможностей характерна для большинства видов спорта. Поэтому тестирование максимальной анаэробной и аэробной мощности при оценке функциональных возможностей организма и специальной тренированности спортсмена является основным [4]. При этом определение величины максимального потребления кислорода как основного общепринятого критерия оценки продуктивности кардиореспираторной системы и аэробной мощности находит применение для оценки уровня физических возможностей спортсменов. В частности, у бегунов на средние дистанции, требующих максимальной мобилизации анаэробных гликолитических механизмов энергообеспечения, отмечается средний уровень физиологической реактивности при выполнении стандартных тестовых нагрузок аэробного характера [3].

Физическая работоспособность – интегральный показатель функционального состояния организма, один из объективных критериев здоровья человека, важный показатель эффективности спортивной тренировки. Работоспособность (одна из составных частей общей подготовленности спортсмена) на разных этапах и периодах спортивной тренировки стала объектом пристального внимания многих исследователей [1,5,8], поэтому понятен интерес к величинам этого показателя у бегуний на средние дистанции.

В доступной спортивно-медицинской литературе не обнаружены работ, в которых рассматривались бы вопросы влияния показателей вегетативной нервной системы на центральную гемодинамику и физическую работоспособность бегуний на средние дистанции.

Цель работы

Определить вегетативное обеспечение центральной гемодинамики и физической работоспособности у бегуний на средние дистанции.

Материалы и методы исследования

В начале подготовительного периода проведено комплексное обследование, включающее определение показателей электрокардиограммы, variability сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у 34 легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции. Для удобства интер-

претации полученных данных сформированы группы: 5 спортсменок уровня мастер спорта (МС) и мастер спорта международного класса (МСМК) составили группу МС-МСМК (средний возраст – $20,40 \pm 0,68$ года, стаж занятий бегом – $7,60 \pm 0,68$ года), группу квалификации кандидат в мастера спорта (КМС) – 14 человек (средний возраст – $19,20 \pm 0,84$ года, стаж занятий бегом – $5,9 \pm 0,92$ года), квалификации I разряд – 7 человек (средний возраст – $16,40 \pm 0,43$ лет, стаж занятий бегом – $3,40 \pm 0,30$ года) и квалификации II–III разряды – 8 спортсменок (средний возраст – $15,80 \pm 0,41$ года, стаж занятий бегом – $2,60 \pm 0,63$ года).

Для анализа вегетативной регуляции сердечной деятельности использовали математические методы анализа ВСР. Выделяли такие 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 (VPR , $1/c^2$), 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/HF в нормализованных единицах (LFn , %, HF_n , %), соотношение LF/HF (отн.ед.).

Центральную гемодинамику изучали методом автоматизированной тетраполярной реографии по V. Kubicek 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} [8] и расчетом относительной величины физической работоспособности, т.е. $PWC_{170/кг}$. Индекс функционального состояния (ИФС) рассчитывали по формуле, предложенной и запатентованной нами [6].

Результаты и их обсуждение

Сравниваемые группы бегуний на средние дистанции, которые были распределены по квалификации на группы, закономерно различались по возрасту и стажу занятий бегом. Следует отметить, что между бегуньями уровня МС-МСМК и КМС, а также между спортсменками I и II–III разрядов отсутствовали достоверные различия по возрасту, стажу занятий бегом, длине и массе тела.

У всех обследуемых спортсменок по данным ЭКГ определен синусовый правильный ритм с достаточным вольтажем, при этом электрическая ось сердца не отклонена. Неполная блокада правой ножки пучка Гиса зарегистрирована в 14,8%, нижнепредсердный ритм – в 3,7%, синдром ранней реполяризации желудочков и признаки кардиомиопатии вследствие хронического физического перенапряжения – по 7,4% случаев. Следует заметить, что два последних диагноза после проведенного субмаксимального теста PWC_{170} сняты.

Анализ величин вариабельности сердечного ритма бегуний на средние дистанции свидетельствует, что наибольшее число достоверных различий обнаружено между бегуньями уровня МС-МСМК и спортсменками квалификации КМС, I и II–III разряды. Так, средние временные показатели вариабельности сердечного ритма АМо, АМо/Д, ВПР, ПАПР и ИН были достоверно меньше ($p < 0,05$) у бегуний уровня МС-МСМК по сравнению с менее квалифицированными спортсменками, что свидетельствует о преобладании тонуса парасимпатического звена ВНС. В пользу этого у бегуний уровня МС-МСМК зафиксированы большие величины общей мощности спектра (ТР), отражающего суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм, чем у спортсменок квалификации КМС ($2619,2 \pm 291,7$ против $1786,9 \pm 203,1$ мс², $p < 0,05$). Среди частотных показателей ВСР большинство средних величин достоверно не различались у спортсменок с разными квалификациями.

Анализ показателей центральной гемодинамики показал, что, несмотря на относительно меньшие величины ЧСС у бегуний уровня МС-МСМК ($58,4 \pm 3,77$ уд/мин) по сравнению с остальными спортсменками, достоверные различия зафиксированы только с бегуньями I разряда ($70,1 \pm 3,79$ уд/мин, $p < 0,05$). Ударный индекс практически не имел достоверных различий среди бегуний, за исключением спортсменок I разряда, у которых он составил $44,64 \pm 1,75$ мл/м² и был достоверно меньше, чем у спортсменок II–III разрядов – $49,26 \pm 1,99$ мл/м² ($p < 0,05$). Средняя величина СИ у бегуний уровня МС-МСМК составила $2,532 \pm 0,29$ л/мин/м² и соответствовала гипокинетическому типу кровообращения (ТК). У спортсменок квалификации КМС, I и II–III разрядов эта величина соответствовала характерным для эукинетического ТК, при этом достоверно различалась лишь у спортсменок уровня МС-МСМК и бегуньями I ($p < 0,05$) и II–III разрядов ($p < 0,05$).

Более полная информация об интегральных показателях центральной гемодинамики представляется при анализе соотношения ТК у спортсменок. Так, у бегуний уровня МС-МСМК это соотношение имело вид: 80%:20%:0% соответственно гипо-, эу- и гиперкинетический ТК. По мере снижения спортивной квалификации происходит снижение числа спортсменок с гипокинетическим и увеличение их числа с эу- и гиперкинетическим ТК. Так, если в группе бегуний уровня МС-МСМК отсутствовали лица с гиперкинетическим ТК, то в группе спортсменок квалификации КМС их было 7,1%, в группе I и II–III разрядов – 28,6% и 50% соответственно. Подобная тенденция сопровождается уменьшением количества бегуний с гипокинетическим ТК, среди спортсменок квалификации II–III разряды их 12,5%.

Таким образом, по мере увеличения стажа занятий бегом на средние дистанции и, соответственно, уровня спортивной квалификации происходит увеличение числа спортсменок с гипокинетическим ТК, который является экономически выгодным, особенно у спортсменов, в тренировочном процессе которых присутствует работа,

направленная на развитие качества выносливости.

Среди показателей ОПСС и УПС отсутствовали достоверные различия в группах бегуний, за исключением спортсменок квалификации КМС, у которых УПС было достоверно больше, чем у бегуний I разряда ($p < 0,05$).

Относительная величина физической работоспособности у бегуний уровня МС-МСМК была наибольшей и составила $21,26 \pm 0,49$ кгм/мин/кг. Она практически не отличалась от величины у спортсменок квалификации КМС ($21,11 \pm 0,88$ кгм/мин/кг), но была достоверно больше, чем у спортсменок I и II–III разрядов, у которых она составила соответственно $19,01 \pm 1,00$ ($p < 0,05$) и $13,63 \pm 1,17$ кгм/мин/кг ($p < 0,05$). Наибольшая величина ИФС зафиксирована у бегуний уровня МС-МСМК ($8,732 \pm 0,24$ отн.ед.), которая была достоверно больше, чем у спортсменок квалификации КМС ($7,338 \pm 0,52$ отн.ед., $p < 0,05$), I разряда ($6,768 \pm 0,53$ отн.ед., $p < 0,01$) и II–III разрядов ($6,533 \pm 0,70$ отн.ед., $p < 0,01$). Согласно нашей классификации [6], ИФС у бегуний уровня МС-МСМК соответствовал средней оценке, а у бегуний квалификации КМС, I и II–III разряды – ниже средней.

Особый интерес представляют данные корреляционного анализа между интегральными показателями центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, физической работоспособности и индекса функционального состояния у бегуний на средние дистанции, различающихся по квалификации.

Достоверная отрицательная корреляционная связь установлена между показателем СИ и $PWC_{170/кг}$. Так, у бегуний уровня МС-МСМК она составила $r = -0,30$ ($p < 0,05$), у спортсменок квалификации КМС $r = -0,50$ ($p < 0,05$) и $r = -0,76$ ($p < 0,05$) – у спортсменок II–III разрядов. Между показателем СИ и ИФС также обнаружена отрицательная корреляционная связь на уровне $r = -0,55$ ($p < 0,05$) у бегуний уровня МС-МСМК, $r = -0,65$ ($p < 0,05$) у спортсменок квалификации КМС, $r = -0,46$ ($p < 0,05$) у спортсменок I разряда, $r = -0,71$ ($p < 0,05$) у спортсменок II–III разрядов. Кроме этого, у спортсменок квалификации КМС и I разряд обнаружена отрицательная корреляционная связь между показателем ИН и $PWC_{170/кг}$ соответственно $r = -0,47$ ($p < 0,05$) и $r = -0,21$ ($p < 0,05$).

Корреляционный анализ, проведенный отдельно по спортивной квалификации у бегуний на средние дистанции, продемонстрировал взаимосвязь между изучаемыми показателями: по мере снижения индекса напряжения регуляторных систем, свидетельствующего о преобладании парасимпатического звена ВНС и снижения СИ до величин, характерных для гипокинетического ТК, происходит увеличение относительной величины физической работоспособности и индекса функционального состояния спортсменок.

Выводы

1. Для бегуний на средние дистанции характерна нормальная электрокардиограмма и величины вариабельности сердечного ритма, свидетельствующие о преобладании парасимпатического звена вегетативной нервной системы, больше выраженные у квалифицированных спортсменов.

2. У бегуний уровня МС-МСМК средние величины сердечного индекса соответствуют гипокINETическому ТК, а у спортсменок остальных групп – эукинетическому ТК. Соотношение типов кровообращения характеризуется закономерностью, при которой у спортсменок по мере увеличения стажа занятий бегом на средние дистанции и ростом квалификации чаще отмечают наиболее выгодный гипокINETический ТК.

3. Наибольшие величины физической работоспособности и ИФС зафиксированы у легкоатлеток уровня МС-МСМК, и эта величина достоверно снижается у

бегуний по мере снижения их спортивной квалификации. 4. Корреляционный анализ показал взаимосвязь между изучаемыми показателями у бегуний на средние дистанции, свидетельствующую, что превалирование парасимпатического звена ВНС сопровождается гипокINETическим ТК и большими величинами физической работоспособности и ИФС.

Перспективой дальнейших исследований является изучение и анализ изучаемых интегральных показателей бегуний на средние дистанции в соревновательном периоде тренировочного процесса.

Список литературы

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Бобровник В.И. Актуальные проблемы современных научных исследований в легкой атлетике / В.И. Бобровник, Е.К. Козлова // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Вип. 112. – Т. 1. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – 2013. – С. 49–54.
3. Лисенко О.М. Фізична працездатність та особливості реакції кардіореспіраторної системи при аеробних фізичних навантаженнях у спортсменів високого класу / О.М. Лисенко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Вип. 112. – Т. 1. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – 2013. – С. 189–193.
4. Лысенко Е. Особенности реализации максимальных аэробных возможностей квалифицированных спортсменов, специализирующихся в беге на различные дистанции / Е. Лысенко // Наука в олимпийском спорте. – 2000. – № 2. – С. 89–94.
5. Мищенко В.С. Эргометрические тесты и критерии интегральной оценки выносливости / В.С. Мищенко // Спортивна медицина. – 2005. – № 1. – С. 42–52.
6. 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.
7. Рыбальченко Т.П. Совершенствование специальной физической и технической подготовки квалифицированных бегунов на средние дистанции и их влияние на соревновательный результат / Т.П. Рыбальченко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Вип. 112. – Т. 1. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – 2013. – С. 207–209.
8. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.В. Гудков. – М. : ФИС, 1988. – 208 с.

References

1. Belocerkovskij, Z. B. (2005) *E'rgometricheskie i kardiologicheskie kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov [Ergometric and cardiac criteria of physical performance in athletes]*. Moscow: Sovetskij sport [in Russian].
2. Bobrovnik, V. I. & Kozlova, E. K. (2013) Aktual'nye problemy sovremennykh nauchnykh issledovanij v legkoj atletike [Actual problems of modern scientific research in athletics] *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky. Fizychnе vykhovannia ta sport*, 112(1), 49–54. [in Ukrainian].
3. Lysenko, A. M. (2013) Fizychna pratsездatnist ta osoblyvosti reaktsii kardiorespiatornoi systemy pry aerobnykh fizychnykh navantazhenniakh u sportsmeniv vysokoho klasu [Physical performance and features of the cardiorespiratory responses during aerobic physical activity in high-class athletes] *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky. Fizychnе vykhovannia ta sport*, 112(1), 189–193. [in Ukrainian].
4. Lysenko, E. (2000) Osobennosti realizacii maksimal'nykh ае'robnykh vozmozhnostej kvalificirovannykh sportsmenov, specializiruyushhikhsya v bege na razlichnye distancii [Features of the maximal aerobic capacity of the qualified athletes specializing in running at various distances] *Nauka v olimpijskom sporte*, 2, 89–94. [in Ukrainian].
5. Mishhenko, V. S. (2005) E'rgometricheskie testy i kriterii integral'noj ocenki vynoslivosti [Ergometric tests and criteria for evaluation of the integrated endurance]. *Sportyvna medytsyna*, 1, 42–52. [in Ukrainian].
6. Mikhaliuk, Ye. L., Syvolap, V. V. & Tkalych, I. V. (2008) Patent for useful model № 36013 «Method for assessment of the functional state of the body of persons engaged in physical culture and sport». IPC (2006) A61V5/00. 10.10.2008. *Bull.* No 19.
7. Rybalchenko, T. P. (2013) Sovershenstvovanie special'noj fizicheskoy i tekhnicheskoy podgotovki kvalificirovannykh begunov na srednie distancii i ikh vliyanie na sorevnovatel'nyj rezul'tat [Improving special physical and technical training of qualified middle distance runners and their impact on competition results] *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky. Fizychnе vykhovannia ta sport*, 112(1), 207–209. [in Ukrainian].
8. Karpman, V. L., Belocerkovskij, Z. B. & Gudkov, I. V. (1988) *Testirovanie v sportivnoj medicine [Testing in sports medicine]*. Moscow: FIS. [in Russian].

Сведения об авторах:

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.

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

Надійшла в редакцію 20.03.2014 р.