

УДК 796.422.12:[612.176+612.13]

Abstract**Mikhalyuk E.L., Malakhova S.N.^{*}, Didenko M.V.¹***Zaporozhye State Medical University,**26, Mayakovsky avenue, Zaporozhye, 69035, Ukraine*¹*Donetsk Regional Center of Sports Medicine,**60, Ulianova street,**Donetsk, 83003, Ukraine***STATE OF HEART RATE VARIABILITY, CENTRAL HEMODYNAMICS AND PHYSICAL PERFORMANCE AT SHORT-DISTANCE RUNNERS**

Introduction. Analysis of specific scientific and methodological literature shows that exercise performed with a high heart rate, make high demands to the cardiovascular system sprinters. They often cause exhaustion of the adaptive capacity of an athlete and state disadaptive. This may affect the vegetative providing heart rate, central hemodynamic parameters, as well as physical performance.

Purpose of work was to study the bioelectrical activity of the heart, heart rate variability (HRV), central hemodynamics and physical performance (PP) at short-distance runners qualifications of II-III level to the Honored Master of Sports (HMS).

Materials and Methods. At the beginning of the preparatory period conducted a comprehensive survey, which included determination of the electrocardiogram, heart rate variability, central hemodynamics and physical performance in the 51 th athlete who specialize in running at a distance of 100-200 m. For the analysis of vegetative cardiovascular regulation used mathematical methods of HRV. Central hemodynamics were studied by automated tetrapolar rheography. Determination of PP was performed by using a submaximal cycle ergometer test PWC170. The index of the functional state (IFC) was counted on a formula suggested and patented by us.

Results. The study showed that at short-distance runners are certain features of the ECG associated with specific sports activity, experience of training and competitive employment and therefore qualified athletes. Spectral analysis of HRV indices did not significant differences between compared groups short-distance runners. Established, that for short-distance runner qualifications of HMS characterized by the predominance of hypokinetic type of circulation (TC) and in decreasing athletic qualifications decreases the number of athletes with hypokinetic TK and increase of eukinetic and hyperkinetic TC. Comparison of the relative physical performance (PWC170/kg) showed that at runners of HMS this value was highest ($p < 0,05$). At short-distance runners high qualifications IFC replied assessment below average, and at athletes qualifications of II-III level – low.

Discussion. Thus, at runners of high qualifications values parasympathetic link of vegetative nervous system in comparison with low qualifications. The relative size of physical performance and index of the functional state in high qualifications runners was significantly higher than in less qualified athletes. Correlation analysis of high-class runners showed a close interrelation, which indicates that the prevalence of parasympathetic link of vegetative nervous system accompanied by hypokinetic TC and large sizes of physical performance, unlike athletes

II-III-th level in which the correlation was not found relationship between the studied parameters.

Key words: short-distance runners, ECG, heart rate variability, central hemodynamics, physical performance, correlation.

Corresponding author: *malakhova_sn@ukr.net

Резюме

Михалюк Є.Л., Малахова С.М., Діденко М.В.¹

Запорізький державний медичний університет,
проспект Маяковського, 26,
м. Запоріжжя, 69035, Україна

¹Донецький обласний центр спортивної медицини, головний лікар

вул. Улянової, 60 "а",
м. Донецьк, 83003, Україна

СТАН ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ, ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ І ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ У ЛЕГКОАТЛЕТОК, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У БІГУ НА КОРОТКІ ДИСТАНЦІЇ

Результати дослідження показали наявність особливостей у бігунів на дистанції 100-200 м з боку ЕКГ-показників. Для легкоатлеток-спринтерів високого класу характерним є превалювання парасимпатичної ланки ВНС, гіпокінетичний ТК, а також великі величини RWC170/кг і ІФС порівняно зі спортсменками II-III-го розряду. Кореляційний аналіз показав взаємозв'язок, який свідчить про те, що посилення парасимпатичних впливів ВНС супроводжується більш економічним гіпокінетичним ТК, високими цифрами фізичної працездатності і ІФС властивими для бігунів на короткі дистанції високого класу.

Ключові слова: легкоатлетки, спринт, ЕКГ, варіабельність серцевого ритму, центральна гемодинаміка, фізична працездатність, індекс функціонального стану, кореляція.

Резюме

Михалюк Є.Л., Малахова С.Н.* , Діденко М.В.¹

Запорожский государственный медицинский университет,
проспект Маяковского, 26,
г. Запорожье, 69035, Украина

¹Донецкий областной центр спортивной медицины,
ул. Уляновой, 60"а", г. Донецк,
83003, Украина

СОСТОЯНИЕ ВАРІАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА, ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ФИЗИЧЕСКОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ У ЛЕГКОАТЛЕТОК, КОТОРЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРУЮТСЯ ПО БЕГУ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ

Результаты исследования показали наличие особенностей у бегуний на дистанции 100-200 м со стороны ЭКГ-показателей. Для легкоатлеток-спринтеров высокого класса является характерным превалирование парасимпатического звена ВНС, гипокинетический ТК, а также большие величины RWC170/кг и ИФС по сравнению со спортсменками II-III-го разряда. Корреляционный анализ показал взаимосвязь, свидетельствующую о том, что усиление парасимпатических влияний ВНС сопровождается более экономичным гипокинетическим ТК, высокими цифрами физической работоспособности и ИФС, свойственными для бегуний на короткие дистанции высокого класса.

Ключевые слова: легкоатлетки, спринт, ЭКГ, варіабельность сердечного ритма, центральная гемодинамика, физическая работоспособность, индекс функционального состояния, корреляция.

Автор, відповідальний за листування: *malakhova_sn@ukr.net

Вступ

Практика підготовки кваліфікованих легкоатлетів-спринтерів показує, що в останнє десятиліття спостерігається значне збільшення як специфічних, так і змагальних навантажень [3]. У той же час вже всім стає очевидним, що просте

нарошування обсягів та інтенсивності тренувальних навантажень в процесі підготовки бігунів на короткі дистанції не приводить до планованого результату [13]. Тому ліквідацію відставання спринтерів Росії від світової еліти, російські вчені бачать не стільки за рахунок арифме-



тичного збільшення обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень на окремих етапах підготовки, скільки за рахунок тактики і технології взаємодії тренувальних і фізичних засобів відновлення [1].

Відомо, що в легкоатлетичному бігу на короткій дистанції виконується тренувальна та змагальна робота забезпечується в основному за рахунок анаеробних процесів (креатинфосфатного і гліколітичного механізмів), а аеробні процеси не перевищують 5-10% енерговитрат. Серед анаеробних шляхів ресинтезу АТФ домінують гліколітичні процеси, які супроводжуються збільшенням вмісту лактату, рівень якого залежить від ступеня включення гліколізу в енергетику м'язового скорочення [15,16].

П.П. Дацків і Є.О. Яремко [7] вважаючи, що показники варіабельності серцевого ритму (ВСР) можуть мати практичне значення для використання їх в якості маркера вегетативної активності, підкреслюють важливість індексу напруги, що відображає стан центральної ланки вегетативної кардіорегуляції у легкоатлетів-спринтерів.

Досить цікаві результати отримані І.В. Гуштуровой і В.Г. Семеновим [5], які у бігунів на короткій дистанції виявили достовірні ознаки тимчасових і частотних показників ВСР, які свідчать про перевагу у них симпатичної ланки ВНС у порівнянні з бігунами на середній дистанції.

Враховуючи той факт, що виконується тренувальна робота, здійснювана з високою ЧСС, пред'являє високі вимоги до стану серцево-судинної системи, деякі автори [6,7,15] пропонують також вивчати вклад анаеробного метаболізму у забезпеченні спеціальної працездатності та формуванні адаптаційних можливостей кардіогемодинаміки у бігунів на короткій дистанції.

І.Ш. Мутаєва і Ч.А. Гізатулліна [10] вважають, що оптимальна побудова методики тренування легкоатлетів-спринтерів можлива при нормуванні обсягу та інтенсивності навантаження з урахуванням типологічних особливостей кровообігу. Авторами встановлено, що у представників різних типів кровообігу розрізняються показники центральної гемодинаміки і аеробної продуктивності.

Фізична працездатність є інтегральним показником функціонального стану організму, одним з об'єктивних критеріїв здоров'я людини, важливим показником ефективності спортивно-

го тренування. Будучи однією зі складових частин загальної підготовленості спортсмена, працездатність на різних етапах і періодах спортивного тренування стала об'єктом пильної уваги багатьох дослідників [2,9,14], тому справедливий інтерес до величини цього показника і у легкоатлеток-спринтерів.

Таким чином, аналіз спеціальної науково-методичної літератури свідчить, що фізичні навантаження, які виконуються з високою ЧСС, висувають високі вимоги до стану серцево-судинної системи спринтерів. Вони часто є причиною вичерпання адаптивного потенціалу організму спортсмена і стану дізадаптації. Подібне може відбитися на вегетативному забезпеченні серцевого ритму, показниках центральної гемодинаміки, а також на фізичній працездатності.

Метою роботи було вивчення біоелектричної активності серця, варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки і фізичної працездатності у легкоатлеток-спринтерів кваліфікації від II-III розряду до ЗМС.

Матеріали та методи дослідження.

На початку підготовчого періоду проведено комплексне обстеження, що включало визначення показників електрокардіограми, варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності у 51-ї легкоатлетки, які спеціалізуються в бігу на дистанції 100-200 м. Для зручності інтерпретації отриманих даних були сформовані наступні групи. Спортсменки рівня майстер спорту (МС) і заслужений майстер спорту (ЗМС) – склали групу МС-ЗМС – 13 осіб (середній вік $23,9 \pm 0,70$ років, стаж занять $10,4 \pm 1,13$ років), групу кваліфікації кандидат у майстри спорту (КМС) – 12 осіб (середній вік $19,3 \pm 0,57$ років, стаж занять $5,8 \pm 0,53$ років), кваліфікації I розряду – 10 осіб (середній вік $17,1 \pm 0,18$ років, стаж занять $4,2 \pm 0,36$ років) і кваліфікації II-III-ий розряду – 16 спортсменок (середній вік $15,3 \pm 0,51$ років, стаж занять $2,9 \pm 0,43$ років).

Для аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використовували математичні методи аналізу ВСР. Виділяли такі характеристики: мода (M_0 , с), амплітуда моди (AM_0 ,%), варіаційний розмах (D , с). Розраховували ряд похідних показників: індекс вегетативної рівноваги (AM_0/D , %/с), вегетативний показник ритму (VPR , $1/c^2$), показник адекватності процесів регуляції (ПАПР, %/с), індекс напруги (ІН, відн.од.). Аналіз та оцінка частотних компонентів серцевого ритму проводилась шляхом дослі-



дження спектральних показників автокореляційних функцій: загальна потужність спектра TP (m^2), потужність в діапазоні дуже низьких частот VLF (m^2), потужність в діапазоні низьких LF (m^2) і високих HF (m^2) частот, LF і HF в нормалізованих одиницях (LFn, %, HFn, %), співвідношення LF/HF (відн.од).

Центральну гемодинаміку вивчали методом автоматизованої тетраполярної реографії по W. Kubicek et al. (1970) в модифікації Ю.Т. Пушкаря із співавт. (1970). Розраховували ударний і хвилинний обсяги крові (УО, ХОК), ударний і серцевий індекси (УІ, СІ), загальний і питомих периферичний опір судин (ЗПОС, ППОС). Визначення фізичної працездатності здійснювали за загальноприйнятою методикою на велоергометрі з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} [14] і розрахунком відносної величини фізичної працездатності, тобто $\text{PWC}_{170}/\text{кг}$. Індекс функціонального стану (ІФП) розраховували за формулою, запропонованою і запатентованою нами [12], де враховувалась відносна величина фізичної працездатності, індекс Робінсона в стані спокою, після II-го фізичного навантаження на велоергометрі і на 5-ій хвилині відновлювального періоду.

Статистичну обробку проводили з використанням пакету програм "Statistica 6.0" Microsoft Excel. Розраховували середню арифметичну (M), помилку середнього значення (m), дані наведені у вигляді $M \pm m$. У разі розподілу близького до нормального, оцінювали статистичну значущість, яку проводили за t -критерієм Ст'юдента. Різницю вважали статистично достовірною при $p < 0,05$. Для обчислення ступеня зв'язку між показниками використовували коефіцієнт кореляції Пірсона (r), який показував силу і напрям взаємозв'язку між параметрами.

Результати дослідження та їх обговорення.

Легкоатлетки-спринтери в порівнюваних групах, що розрізняються за спортивною кваліфікацією, статистично достовірно розрізнялися за віком і стажем занять легкою атлетикою (спринтом).

Довжина тіла у легкоатлеток-спринтерів була практично однаковою по групах і становила в середньому від $169,1 \pm 0,71$ см у бігуній рівня МС-МСМК до $166,8 \pm 1,64$ см у спортсменок II-III-го розряду. Що стосується маси тіла, то найбільша маса була у бігуній рівня МС-ЗМС ($61,9 \pm 0,91$ кг), яка достовірно перевищувала середні величини, отримані у спортсменок кваліфікації КМС ($56,5 \pm 0,84$ кг, $p < 0,05$), I-го

($55,6 \pm 1,54$ кг, $p < 0,05$) і II-III-го розряду ($54,2 \pm 2,14$ кг, $p < 0,05$).

Аналіз ЕКГ-показників легкоатлеток, які спеціалізуються в бігу на дистанції 100-200 м, проведений нами з урахуванням рекомендацій деяких учених щодо коректного аналізу, з урахуванням статі спортсмена [3], специфіки м'язової діяльності і виду спорту [8,11].

Синусовий правильний ритм зафіксований в 82,8%, дихальна аритмія – в 17,2%. У 96,9% спортсменок виявлений достатній вольтаж, в 3,1% – вольтаж був знижений. Електрична вісь серця не відхилена у всіх легкоатлеток. Брадикардія відзначена в 35,9% випадків, ЧСС в межах 61-80 уд/хв зафіксована у 56,3%, в 7,8% випадків ЧСС перевищувала 80 уд/хв.

Варто відзначити, що у легкоатлеток-спринтерів в 46,9% випадків на ЕКГ не було відхилень від норми, а у 53,1% спортсменок відзначені зміни. Зокрема ці зміни представлені в 17,2% неповної блокадою правої ніжки пучка Гіса (НБПНПГ), синдром укороченого PQ був у 6,3%, нижньопередсердний ритм у 4,7%, синдром ранньої реполяризації шлуночків (СРРШ) у 10,9%, підозра на кардіоміопатію внаслідок хронічного фізичного перенапруження (КМПФП) у 14,0% спортсменок.

Резюмуючи отримані результати можна зробити висновок, що у легкоатлеток-спринтерів є певні особливості з боку ЕКГ, пов'язані зі специфікою спортивною діяльності, стажем тренувальних і змагальних занять і відповідно, кваліфікацією спортсменок.

Порівняння часових показників варіабельності серцевого ритму (ВСР) легкоатлеток між групами, які відрізняються за кваліфікацією показало наступне. Нами на даному етапі річного тренувального процесу виявлено, що величина M_0 , яка вказує на домінуючий рівень функціонування синусового вузла, була найбільшою у бігунів кваліфікації КМС. Аналіз інших часових показників свідчить про те, що у всіх спортсменок величини ВСР відповідали посиленню парасимпатичної ланки вегетативної нервової системи (ВНС). Це підтверджується, насамперед, величиною індексу напруги регуляторних систем (ІН), величина якого варіювала в середньому від $55,808 \pm 8,55$ ум.од. у спортсменок I-го розряду до $80,069 \pm 12,13$ ум.од. у бігуній рівня МС-ЗМС і між порівнюваними групами відмінності носили недостовірний характер ($p > 0,05$). Спектральний аналіз показників ВСР не мав достовірних відмінностей між порівнюваними



групами легкоатлеток.

Середня величина ЧСС була найменшою також у групі бігунів кваліфікації КМС (59,8±4,06 уд/хв) і достовірно не відрізнялася від ЧСС, отриманої у бігунів рівня МС-ЗМС (60,8±1,91 уд/хв, $p>0,05$). Найбільша ЧСС була у бігунів II-III-го розряду (69,9±2,24 уд/хв), вона була достовірно більша, ніж у спортсменок рівня МС-ЗМС ($p<0,05$) і КМС ($p<0,05$).

Величина ударного індексу (УІ) між порівнюваними групами практично не розрізнялася. Найбільші достовірні відмінності серед показників центральної гемодинаміки виявлені за показником серцевого індексу (СІ). Його середня величина у бігунів рівня МС-ЗМС і КМС склала, відповідно 2,657±0,05 і 2,679±0,13 л/хв/м² ($p>0,05$) і відповідала гіпокінетичному типу кровообігу (ТК). У бегунів кваліфікації I-го і II-III-го розрядів середня величина СІ склала, відповідно 3,022±0,16 і 3,157±0,13 л/хв/м² і відповідала еукінетичному ТК. Відмінності показника СІ між групами спортсменок рівня МС-ЗМС, I-го і II-III-го розрядів були статистично достовірні на рівні ($p<0,05$).

Представляє особливий інтерес інтерпретація співвідношення типів кровообігу в досліджуваних групах порівняння. Так, співвідношення ТК у спортсменок рівня МС-ЗМС мало такий вигляд: 76,9%:23,1%:0%, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК. У КМС – 66,7%:25,0%:8,3%, у спортсменок I розряду – 30,0%:60,0%:10%, у бігунів II-III-го розряду – 12,5%:56,3%:31,2%. Отримані результати свідчать про те, що у спортсменок рівня МС-ЗМС і КМС переважає гіпокінетичний ТК (при цьому у перших, відсутні особи з гіперкінетичним ТК). У легкоатлеток I-го і II-III-го розрядів переважає еукінетичний ТК і більш ніж в 3 рази більше спортсменок з гіперкінетичним ТК у останніх.

Таким чином, можна констатувати, що для бігунів на короткі дистанції рівня МС-ЗМС і КМС характерне переважання гіпокінетичного ТК і в міру зниження спортивної кваліфікації відбувається зменшення числа спортсменок з гіпокінетичним ТК і збільшення з еу- і гіперкінетичним ТК.

Загальний периферичний опір у обстежених спортсменок знаходився в межах від 1281,7±43,46 у МС-ЗМС до 1414,8±66,42 дн·с·см⁻⁵ у спортсменок кваліфікації КМС ($p<0,05$). Достовірні відмінності з боку ЗПОС стосувалися в основному бегунів кваліфікації

КМС і II-III-го розряду і становили, відповідно 1414,8±66,42 і 1271,1±38,38 дн·с·см⁻⁵ ($p<0,05$), а також з боку питомого периферичного опору, відповідно 28,28±1,32 і 25,37±0,90 відн.од. ($p<0,05$).

Порівняння величин відносної фізичної працездатності (PWC₁₇₀/кг) показало, що у бігунів рівня МС-ЗМС ця величина була найбільшою (17,11±0,60 кгм/хв/кг), проте достовірно не перевищувала цю величину у бігунів кваліфікації КМС (16,59±1,01 кгм/хв/кг, $p>0,05$), але була більша, ніж у спортсменок I-го (15,55±0,75, $p<0,05$) і II-III-го розряду (13,02±0,41 кгм/хв/кг, $p<0,05$).

Індекс функціонального стану не мав достовірних відмінностей у бігунів рівня МС-ЗМС (6,428±0,29 відн.од.), КМС (6,857±0,56 відн.од.) і I розряду (6,034±0,38 відн.од.), а найменша його величина була у спортсменок кваліфікації II-III-го розряду (5,150±0,26 відн.од.). Достовірні відмінності ІФС на рівні $p<0,05$ виявлені у всіх групах у порівнянні зі спортсменками кваліфікації II-III-ий розряд. Згідно із запропонованою нами класифікацією у бігунів високого класу ІФС відповідав оцінці нижче середнього, а у спортсменок кваліфікації II-III-го розряду – низькій.

Певний інтерес представляє кореляційний аналіз між інтегральними показниками ВСР, центральної гемодинаміки і фізичної працездатності. Так, ІН тісно корелює з СІ на рівні $r=0,59$ ($p<0,05$) у бігунів рівня МС-ЗМС, у КМС на рівні $r=0,83$ ($p<0,05$), у спортсменок I розряду на рівні $r=0,88$ ($p<0,05$). Крім цього встановлений негативний взаємозв'язок показника ІН з величиною PWC₁₇₀/кг у бігунів рівня МС-ЗМС, який склав $r=-0,32$ ($p<0,05$), у КМС – $r=-0,65$ ($p<0,05$), у спортсменок I розряду – $r=-0,58$ ($p<0,05$). Симпато-вагальний індекс (LF/HF) у бігунів рівня МС-ЗМС і КМС корелює з СІ, відповідно, $r=0,49$ ($p<0,05$) і $r=0,53$ ($p<0,05$).

У спортсменок кваліфікації КМС і I розряду відзначений негативний кореляційний зв'язок між СІ та PWC₁₇₀/кг, відповідно, $r=-0,51$ ($p<0,05$) і $r=-0,83$ ($p<0,05$). Виявлений негативний кореляційний зв'язок у бігунів рівня МС-ЗМС, КМС і I розряду між показниками СІ і ІФС, відповідно, $r=-0,43$ ($p<0,05$), $r=-0,52$ ($p<0,05$) і $r=-0,80$ ($p<0,05$). Слід зазначити, що у бігунів, які мають кваліфікацію II-III-го розряду були відсутні кореляційні зв'язки між досліджуваними інтегральними показниками.

Таким чином, для бігунів на короткі дистан-

ції високого класу характерним є кореляційні зв'язки, які свідчать про те, що зниження ІН і LF/HF до величин, характерних для превалювання парасимпатичної ланки ВНС, супроводжується зниженням величини СІ до найбільш економічно вигідного гіпокінетичного ТК, а також збільшенням фізичної працездатності і ІФС.

Нам здається важливим провести порівняння досліджуваних показників, отриманих у бігуній на короткі дистанції кваліфікації II-III-го розряду (n=16) зі спортсменками високого класу (I розряд-КМС-МС-ЗМС, n=35). У бегуній II-III розряду в порівнянні з висококваліфікованими бігуньями за даними ЕКГ в три рази частіше зустрічалася дихальна аритмія (37,5% проти 10,4%), серед них значно менше було спортсменок з брадикардією (12,5% проти 43,8%) і більше – бегуній з ЧСС 80 уд/хв і більше (25% проти 2,1%). Між іншими показниками були відсутні суттєві відмінності. Деякі відмінності з боку ЕКГ можна пояснити стажем тренувальних занять, який в групі спортсменок II-III розряду склав в середньому 2,9±0,43 років, тоді як у бігуній високих розрядів – 7,0±0,65 років (p<0,01).

Слід зазначити, що у бігуній II-III розряду було менше осіб зі змінами на ЕКГ (37,5%) у порівнянні з більш кваліфікованими бігуньями, у яких відсоток таких спортсменок склав 58,3%. Відхилення від норми у бігуній II-III розряду були представлені НБПНПГ в 6,2%, у спортсменок високого класу таких було 20,8%, СРРШ у перших зустрічався більш ніж в 2 рази частіше (18,8%) порівняно з 8,3% у спортсменок високого класу. Підозра на КМПФП у висококваліфікованих спортсменок була у 14,6%, у бігуній II-III розряду – 12,5%. Крім цього у спортсменок високого класу в 8,3% виявлений синдром укороченого PQ і в 6,3% – нижньопередсердний ритм. Слід зазначити, що у всіх спортсменок були зняті такі діагнози як синдром укороченого PQ, СРРШ і КМПФП, оскільки після проведеного субмаксимального тесту PWC₁₇₀ відбулася нормалізація ЕКГ. Що ж стосується НБПНПГ, то це є особливістю ЕКГ спортсменів.

Відмінності за віком і стажем занять спринтом у висококваліфікованих бігуній були закономірно більше порівняно з бігуньями низьких розрядів (p<0,01). Довжина тіла у порівнюваних спортсменок практично не відрізнялася. Маса тіла у спортсменок високого класу склала в середньому 58,2±0,78 кг і була достовірно більша, ніж у бігуній II-III-го розряду (54,2±2,14 кг,

p<0,05).

Серед часових показників ВСР, величина Мо, яка вказує на домінуючий рівень функціонування синусового вузла була більша у висококваліфікованих бігуній і склала 0,899±0,03 проти 0,791±0,03 с у спортсменок II-III-го розряду (p<0,05). Спільно з меншими величинами ЧСС у перших (61,6±1,75 уд/хв) порівняно з величиною ЧСС, що становить 69,9±2,24 уд/хв (p<0,05), отриманої у спортсменок II-III-го розряду і величиною Мо, дані ВСР свідчать про деяку перевагу парасимпатичної ланки ВНС у більш кваліфікованих бігуній. Аналіз частотних показників ВСР показав практично однакові величини порівнюваних груп.

Порівняння показників центральної гемодинаміки показало достовірні відмінності серед величин СІ і ППОС. Величина СІ у бігунів високого класу відповідала гіпокінетичному ТК (2,749±0,07 л/хв/м²) і була достовірно менша, ніж у спортсменок II-III-го розряду, у яких вона відповідала еукінетичному ТК (3,157±0,13 л/хв/м², p<0,05). Це підтверджується співвідношенням ТК, яке у спортсменок високого класу мало вигляд: 60,0%:34,3%:5,7%, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, а у спортсменок II-III-го розряду – 12,5%:56,3%:31,2%. Тобто, у висококваліфікованих бігуній переважає гіпокінетичний ТК, тоді як у спортсменок II-III-го розряду – еукінетичний і більш ніж в 5 разів більше спортсменок з гіперкінетичним ТК. Що стосується ППОС, то його величина була закономірно більша у висококваліфікованих бігуній (27,86±0,75 проти 25,37±0,90 відн.од., p<0,05).

Відносна величина фізичної працездатності була більша у бігуній високого класу – 16,49±0,46 кгм/хв/кг у порівнянні зі спортсменками II-III-го розряду – 13,02±0,41 кгм/хв/кг (p<0,05), як і ІФС, відповідно 6,462±0,24 проти 5,150±0,26 відн.од. (p<0,05).

Кореляційний аналіз показав тісний взаємозв'язок між інтегральними показниками у висококваліфікованих спортсменок. Так, індекс напруги регуляторних систем – ІН мав позитивний зв'язок з СІ (r=0,55, p<0,05) і негативну з PWC₁₇₀/кг і ІФС, відповідно, r=-0,43 (p<0,05) і r=-0,54 (p<0,05). Між показниками СІ і PWC₁₇₀/кг, а також СІ і ІФС виявлена негативний взаємозв'язок, відповідно r=-0,55, (p<0,05) і r=-0,58, (p<0,05). Серед інших показників, а також у спортсменок II-III-го розряду кореляційний зв'язків між досліджуваними показниками не знайдено.



Таким чином, кореляційний аналіз інтегральних показників між висококваліфікованими бігуньями і спортсменками II-III-го розряду показав тісний взаємозв'язок, що свідчить про те,

Висновки

1. У легкоатлеток, які спеціалізуються в бігу на короткі дистанції є певні особливості ЕКГ, пов'язані зі специфікою їх спортивної діяльності, стажем тренувальних і змагальних занять і, відповідно, зі спортивною кваліфікацією.

2. У бегуній високого класу величини ВСР свідчать про превалювання парасимпатичної ланки ВНС у порівнянні зі спортсменками низької кваліфікації.

3. У спортсменок високого класу переважає найбільш економічно вигідний гіпокінетичний ТК у порівнянні з бігуньями II-III-го розряду, у яких переважає еукінетичний ТК і в 5 разів більше спортсменок з гіперкінетичним ТК.

4. Відносна величина фізичної працездатнос-

що величина ІН, відповідна переважанню парасимпатичної ланки ВНС супроводжується величинами СІ, відповідними гіпокінетичному ТК і великими величинами PWC_{170}/kg і ІФС.

ті і ІФС у висококваліфікованих бігуній достовірно вище, ніж у менш кваліфікованих спортсменок.

5. Проведений кореляційний аналіз у бігуній високого класу показав тісний взаємозв'язок, який свідчить про те, що превалювання парасимпатичної ланки ВНС супроводжується гіпокінетичним ТК і великими величинами фізичної працездатності, на відміну від спортсменок II-III-го розряду, у яких не виявлений кореляційний зв'язок між досліджуваними показниками.

Перспективою подальших досліджень є вивчення інтегральних показників ЕКГ, ВСР, центральної гемодинаміки, фізичної працездатності та ІФС у легкоатлеток в змагальному періоді тренувального процесу.

References (список літератури)

1. Avanesov VU, Shcheglov VN. [Kinematic characteristics and functional state of the sprinters in the women's 100 meters]. *Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Uchenyye zapiski»*. 2012;1:7–11.
2. Belotserkovskii ZB. *Ergometricheskiye i kardiologicheskiye kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportstmenov* [Ergometric and cardiological criteria for physical performance in athletes]. Moscow: Soviet Sport Publ., 2005. 312 p.
3. Butchenko LA, Kareva EI, Fedorova TM. [ECG changes at athlete depending on gender and orientation of sports training]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 1974;8:22–25.
4. Vovk SI. [Growth and consolidation of loads in modern elite sport as a factor in aggravation of their effects on the dynamics of the state of an athlete]. *Teoriya i praktika prikladnykh i ekstremalnykh vidov sporta*. 2012;2:55–57.
5. Gushturova IV, Semenov VG. [Features of physical development of the autonomic regulation of heart rate and functional state of the respiratory system at athletes and sprinters]. *Innovatsionnyye tekhnologii v podgotovke sportstmenov: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Materials of scientific-practical conference: innovative technologies in training athletes]. Moscow, 2013, pp. 34-35. (In Rus-

- sian).
6. Datskiv PP. [Evaluation of adaptive capacity cardiohemodynamics athletes long-distance runner]. *Moloda sportivna nauka Ukrainy*. 2004;2:448–452.
7. Datskiv PP. [Criteria for evaluation of adaptive capacity of athlete for anaerobic load]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Fizychnye vykhovannya ta sport*. 2010;1(3):82–85.
8. Kotko DN, Lukantseva GV, Zinevich YV. [ECG changes at athletes of different qualifications]. *Zdorovyy sposib zhyttya, fizychna kultura, sport. Aktualni pytannya sportyvnoyi medytsyny. Reabilitatsiya: fizychna, medychna, psykholohichna: materialy I nauko-vo-praktychnoyi konferentsiyi* [Materials I scientific-practical conference: Healthy lifestyle, physical culture, sport. Current issues of Sports Medicine. Rehabilitation: physical, medical, psychological]. Kyiv, 2014, p. 76. (In Ukrainian).
9. Mishchenko VS. [Ergometric tests and criteria for the integrated assessment of endurance]. *Sportivna meditsina*. 2005;1:42–52.
10. Mutayeva IS, Gizatullina CA. [Ways of individualization preparation of runners on short distances based on consideration the typological features of circulation]. *Pedagogiko-psikhologicheskkiye i mediko-biologicheskkiye*



- problemy fizicheskoy kultury i sporta*. 2012;2(23):111–119.
11. Pavlov VI, Badtiyeva VA, Ordzhonikidze ZG, Deyev VV. [Features and error of functional diagnostic examination athlete on the example of electrocardiogram]. *Fiziologicheskiye i biokhimicheskiye osnovy i pedagogicheskiye tekhnologii adaptatsii k raznym po velichine fizicheskim nagruzkam: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Materials II international scientific-practical conference: Physiological and biochemical bases of educational technology and adapting to different sizes physical stress]. Kazan, 2014, p. 159. (In Russian).
 12. Mykhalyuk EL, Syvolap VV, Tkalich IV, inventors. *Sposib otsinky funktsionalnoho stanu orhanizmu osib, shcho zaymayutsya fizychnoyu kulturoyu ta sportom* [Assessment method of functional state of those engaged in physical culture and sport]. Ukrainian patent, no.36013, 2008.
 13. Suslov FP, Sych VL, Shustin BN. *Sovremennaya sistema sportivnoy podgotovki* [The modern system of sports training]. Moscow: «CAAM» Publ., 1995. 448 p.
 14. Karpman VL, Belotserkovsky ZB, Gudkov IV. *Testirovaniye v sportivnoy meditsine* [Testing in sports medicine]. Moscow: FIS Publ., 1998. 208 p.
 15. McDougall J, Uengera GE, Grina GD. *Fiziologicheskoye testirovaniye sportsmena vysokogo klassa* [Physiological testing of high-class athlete]. Kiev: Olympic Literature Publ., 1998. 431 p.
 16. Spurway NC. Aerobic exercise, anaerobic exercise and the lactate threshold. *Brit.Med.Bull.* 2002;48(3):569-591.

(received 23.04.2015, published online 30.06.2015)

(отримано 23.04.2015, опубліковано 30.06.2015)

