

Abstract

Ye. L. Mikhalyuk,
S. N. Malakhova,
M. V. Didenko,
Zaporozhye State Medical
University, 26 Mayakovsky ave,
Zaporozhye 69035, Ukraine

YEARLONG OBSERVATION OF FUNCTIONAL STATUS OF ATHLETES-SPRINTERS

Introduction. An important feature of sports medicine, unique to the athletes is the dynamics of the functional state of the body from the preparatory period to the competition; the athlete is in a state of good "fitness level".

The purpose was to study and compare HRV, central hemodynamics and PWC₁₇₀ at athletes sprint qualification of the III-rd discharge to IMS obtained in the preparatory and competitive periods of training process.

Materials and methods of examination. A total of 35 runners who specialize in running at a distance of 100–200 m, the qualification of the III-rd discharge to IMS. The study of HRV and central hemodynamics was performed by the standard technique on the diagnostic complex "Cardio +". Physical performance was measured on a bicycle ergometer with the calculation of submaximal test PWC₁₇₀.

Results and discussion. General data on a group of sprinters athletes (n = 35) show that in the competitive compared to the preparatory period has been some strengthening of parasympathetic effects ANS transformation eukinetic in hypokinetic TC, lack of individuals with hyperkinetic TC significant increase PWC_{170/kg} 11.22 % and IFS. Separate analysis of the athletes has demonstrated similar shifts in the competitive period with some advantages of high-class athletes. The correlations show that increasing PWC_{170/kg} and the IFS is a decrease to CI values characteristic hypokinetic TC, while the high-class athletes, in addition to a decrease in before the values characteristic of the prevalence of parasympathetic ANS. Increased PWC_{170/kg} and IFS helped to improve athletic performance and enhance their skills in the competitive period.

Conclusions

In competitive period compared to the preparatory period, in athletes-sprinters (n = 35), there has been some strengthening of parasympathetic effects ANS transformation eukinetic in hypokinetic TC and a significant increasing PWC_{170/kg} to 11.22 %.

At high-class athletes (n = 26) in the competitive period occurred similar to that in the general group, shifts from the HRV and central hemodynamics, and a significant increased PWC_{170/kg} to 10.24 %.

Athletes qualification of II–III discharge (n = 9) in the competitive period decreased parasympathetic ANS influences, prevalence athletes with eukinetic TC and the lack athletes with hyperkinetic TC and significant increase PWC_{170/kg} to 11.93 %. PWC_{170/kg} to 11.93 %.

As the physical performance of athletes to a reduction in the CI values corresponding hypokinetic TC, while the high-class athletes, in addition to reduced CI values characteristic of prevalence parasympathetic ANS.

Increase PWC_{170/kg} and functional state in the competitive period helped to improve athletic performance and improve the skills of athletes.

Keywords: athletes of high class and low-skill, preparation and

competition period, heart rate variability, central hemodynamics, physical performance, correlation.

Corresponding author: malakhova_sn@ukr.net

Резюме

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

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

ЩОРІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ФУНКЦІОНАЛЬНИМ СТАНОМ ЛЕГКОАТЛЕТІВ-СПРИНТЕРІВ

Загальні дані по групі спортсменів-спринтерів ($n = 35$) свідчать про те, що у змагальному порівняно з підготовчим періодом відбулися деяке посилення парасимпатичних впливів АНС, трансформація еукінетичного в гіпокінетичний ТК, відсутність осіб із гіперкінетичним ТК, достовірне збільшення фізичної працездатності на 11,22 % й ІФС. Роздільний аналіз у легкоатлетів високого класу і спортсменів II–III розрядів демонструє аналогічні зрушення в змагальному періоді з деякими перевагами у спортсменів високого класу. Кореляційні зв'язки між інтегральними показниками свідчать, що в міру збільшення фізичної працездатності й ІФС відбувається зниження СІ до величин, характерних для гіпокінетичного ТК, а у спортсменів високого класу, крім того, до зниження ІН, характерного до превалювання парасимпатичної ланки АНС. Збільшення фізичної працездатності та функціонального стану спортсменів сприяло поліпшенню спортивних результатів та підвищенню їх кваліфікації у змагальному періоді.

Ключові слова: спортсмени високого класу та низької кваліфікації, підготовчий і змагальний періоди, варіабельність серцевого ритму, центральна гемодинаміка, фізична працездатність, кореляція.

Резюме

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

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

КРУГЛОГОДИЧНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ ЛЕГКОАТЛЕТОВ-СПРИНТЕРОВ

Общие данные по группе спортсменов-спринтеров ($n = 35$) свидетельствуют о том, что в соревновательном по сравнению с подготовительным периодом произошли некоторое усиление парасимпатических влияний АНС, трансформация эукинетического в гипокинетический ТК, отсутствие лиц с гиперкинетическим ТК, достоверное увеличение физической работоспособности на 11,22 % и ИФС. Раздельный анализ у легкоатлетов высокого класса и спортсменов II–III разрядов демонстрирует аналогичные сдвиги в соревновательном периоде с некоторыми преимуществами у спортсменов высокого класса. Корреляционные связи между интегральными показателями свидетельствуют, что по мере увеличения физической работоспособности и ИФС происходит снижение СИ до величин, характерных для гипокинетического ТК, а у спортсменов высокого класса, кроме того, снижение ИН до величин, характерных для превалирования парасимпатического звена АНС. Увеличение физической работоспособности и функционального состояния спортсменов способствовало улучшению спортивных результатов и повышению их квалификации в соревновательном периоде.

Ключевые слова: спортсмены высокого класса и низкой квалификации, подготовительный и соревновательный периоды, вариабельность сердечного ритма, центральная гемодинамика, физическая работоспособность, корреляция.

Автор, відповідальний за листування: malakhova_sn@ukr.net



Вступ

Останнім часом спостерігається значне збільшення як специфічних, так і змагальних навантажень під час підготовки кваліфікованих легкоатлетів-спринтерів. У той самий час уже стає очевидним, що просте нарощування обсягів та інтенсивності тренувальних навантажень в процесі підготовки бігунів на короткі дистанції не призводить до планованого результату [14].

Фізичні навантаження бігунів на короткі дистанції мають максимальну інтенсивність (80–90 % від максимальної) і мінімальну тривалість (5–20 секунд), які забезпечує креатинфосфатна система. Виконувана тренувальна робота здійснюється з високою ЧСС і ставить високі вимоги до стану серцево-судинної системи спринтерів. Подібні фізичні навантаження часто є причиною вичерпання адаптивного потенціалу організму спортсмена і розвитку стану дізадаптації, що може відбитися на вегетативному забезпеченні серцевого ритму, показниках центральної гемодинаміки, а також на фізичній працездатності як показника здоров'я.

Під час тренувань швидкісного характеру, коли до організму спортсмена ставляться вимоги постійно підтримувати апарат кровообігу в стані «підвищеної готовності», удосконалюються переважно механізми термінової адаптації апарату кровообігу. Це, у свою чергу, призводить до переважного включення хронотропного механізму забезпечення та підтримки необхідного рівня кровообігу під час виконання навантаження [6].

Питання вегетативного забезпечення показників центральної гемодинаміки та фізичної працездатності тренувальної діяльності у легкоатлетів-спринтерів представлені в наших ранніх роботах [9]. Було показано, що оптимальні величини індексу напруги регуляторних систем і симпатовагального індексу супроводжуються посиленням парасимпатичних впливів автономної нервової системи (АНС) у бігунів-спринтерів високого класу.

Є праця [10], в якій автори вважають, що оптимальна побудова методики тренування легкоатлетів-спринтерів можлива при нормуванні обсягу та інтенсивності навантаження з урахуванням типологічних особливостей кровообігу, тобто у представників різних типів кровообігу є відмінності показників центральної гемодинаміки і аеробної продуктивності.

Відомо, що фізична працездатність є інтегральним показником функціонального стану

організму, важливим показником ефективності спортивного тренування. Будучи однією зі складових частин загальної підготовленості спортсмена, працездатність на різних етапах і періодах спортивного тренування стала об'єктом пильної уваги багатьох дослідників [15], тому справедливий інтерес до величин цього показника у легкоатлетів-спринтерів.

Внутрішньорічна динаміка функціонального стану організму спортсменів, при якій найбільш виражені зрушення визначаються в період змагань із поверненням їх до стандартів у перехідному періоді, коли спортсмен практично не тренується, є важливою спортивно-медичною особливістю [7]. Такого роду динаміки практично немає в осіб, які не займаються спортом. Актуальність проведення наукових досліджень у спортсменів не лише на початку підготовчого періоду, але і в змагальному періоді, на найближчих підступах до відповідальних стартів вже давно не викликає сумнівів [9].

Метою роботи було вивчення і порівняння показників варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності у легкоатлетів-спринтерів кваліфікації від III розряду до майстрів спорту міжнародного класу (МСМК), що отримані в підготовчому і змагальному періодах тренувального процесу.

Матеріали та методи обстеження. Проведено поглиблене медичне обстеження 35 бігунів, які спеціалізуються в бігу на дистанції 100–200 м, кваліфікації від III розряду до МСМК у віці від 15 до 27 років (середній вік $(18,9 \pm 0,56)$ року), стаж занять спринтом від 1 до 13 років (середній стаж $(4,1 \pm 0,44)$ року). Довжина і маса тіла спортсменів була відповідно $(180,5 \pm 1,24)$ см і $(74,3 \pm 1,75)$ кг.

Дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР) і центральної гемодинаміки проводили на діагностичному автоматизованому комплексі «Кардіо+» з можливостями автоматичного аналізу ВСР і центральної гемодинаміки. Для аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використовували математичні методи аналізу ВСР [1]. У дослідженні використовувалися параметри серцевого ритму, які були рекомендовані робочою групою Європейського кардіологічного товариства і Північноамериканським суспільством стимуляції й електрофізіології [16]. Реєстрація і подальша обробка кардіоінтервалів дозволяли визначити ряд статистичних характеристик ВСР [2]: моду (M_0 , с), амплітуду моди AM_0 , %, варіаційний розмах (D , с). Крім



того, обчислювали ряд вторинних показників: АМо/Д, %/с, ВПР, $1/c^2$, ПАПР, %/с, ІН, ум.од. [1]. Аналіз та оцінка періодичних компонентів серцевого ритму проводилися шляхом дослідження спектральних показників автокореляційних функцій [5]: LF (mc^2) як індикатор переважно симпатичного тону, HF (mc^2), що відображає парасимпатичну активність, загальну потужність спектра TP, mc^2 [4]. Розраховувалася потужність у діапазоні низьких (LFn, %) і високих частот (HFN, %), відношення середніх значень низькочастотного і високочастотного компонентів серцевого ритму (LF/HF, ум.од.) [1].

Центральну гемодинаміку вивчали методом автоматизованої тетраполярної реографії за W. Kubicek et al. [17] у модифікації Ю. Т. Пушкаря зі співавт. [13]. Розраховували ударний і хвилинний об'єми крові (УО, ХОК), ударний і серцевий індекси (УІ, СІ), загальний і питомих периферичний опір судин (ЗПОС, ППО). Відповідно до класифікації Р. Г. Оганова зі співавт. [11] ми до еукінетичного ТК відносили спортсменів, у яких ця величина перебувала в межах від 2,750 до 3,500 л/хв/м², які мають величину менше 2,750 л/хв/м², відносили до гіпокінетичного ТК, а тих, які мають величину СІ більше 3,500 л/хв/м², – до гіперкінетичного ТК.

Визначення фізичної працездатності здійснювали за загальноприйнятою методикою на велоергометрі з використанням субмаксимального тесту PWC₁₇₀ [15] і розрахунком відносної величини фізичної працездатності, тобто PWC₁₇₀/кг. Індекс функціонального стану (ІФС) розраховували за формулою, запропонованою і запатентованою нами [12].

Одержані в дослідженні дані оброблені методом варіаційної статистики за допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0 for Windows. Розраховувалися значення середнього арифметичного (M), похибки середнього арифметичного (m), стандартного відхилення (σ^2), дисперсії (σ) в усіх групах спостереження. Досліджувані кількісні ознаки з нормальним розподілом представлені у вигляді ($M \pm m$), де M – середнє; m – середньоквадратична похибка. Достовірність відмінностей для двох груп оцінювали за критерієм Стюдента, відмінності вважали достовірними при $p < 0,05$ [3]. Для кореляційного аналізу були застосовані коефіцієнти кореляції Пірсона та Спірмена [3].

Результати та обговорення. Зазначених спортсменів обстежили у підготовчому і змагальному

періодах тренувального процесу. На початку підготовчого періоду розподіл спортсменів за кваліфікацією був таким: МСМК – 1, МС – 8, КМС – 6, спортсменів I-го розряду – 11, II-го розряду – 4, III-го розряду – 5. У змагальному періоді відбулися зміни з боку функціонального стану та технічних результатів, в результаті чого деякі спортсмени підвищили свої кваліфікаційні спортивні результати. В основному це стосувалося спортсменів низької кваліфікації, і розподіл за кваліфікацією став таким: МСМК – 1, МС – 9, КМС – 5, спортсменів I-го розряду – 15, II-го розряду – 5. Таким чином, у змагальному періоді три спортсмени, які мали кваліфікацію III-го розряду, виконали норматив II-го розряду, два спортсмени, які мали кваліфікацію III-го розряду, виконали норматив I-го розряду, два спортсмени II-го розряду виконали норматив I-го розряду і один спортсмен рівня КМС став майстром спорту України.

Незважаючи на те, що за період, що минув із початку підготовчого до середини або кінця змагального періоду, обстежені спортсмени стали старше, збільшився їх спортивний стаж, у молодих спортсменів збільшилися довжина і маса тіла – ці зрушення мали недостовірний характер. У цілому, в підготовчому періоді в спортсменів, за даними ВСР, відзначається деяке превалювання парасимпатичної ланки АНС. У змагальному періоді відбулися деякі зміни з боку часових і частотних показників ВСР. Так, величина M_0 , яка свідчить про домінуючий рівень функціонування синусового вузла, збільшилася з $(0,893 \pm 0,02)$ до $(0,917 \pm 0,02)$ с ($p > 0,05$), АМо/Д, індекс вегетативної рівноваги, що визначає співвідношення симпатичної і парасимпатичної регуляції серцевої діяльності, збільшився з $(91,788 \pm 11,70)$ до $(107,962 \pm 14,16)$ %/с ($p > 0,05$). Такий інтегральний частотний показник, як симпатовагальний індекс (LF/HF), дещо збільшився з $(1,49 \pm 0,16)$ до $(1,52 \pm 0,14)$ ум.од. і також його збільшення було недостовірним ($p > 0,05$). Таким чином, зрушення, які відбулися у обстежених легкоатлетів, мали недостовірний характер і відповідали превалюванню парасимпатичної ланки АНС.

Із боку центральної гемодинаміки виявлені достовірні зрушення показника СІ з $(2,906 \pm 0,08)$ (що відповідає еукінетичному ТК) до $(2,702 \pm 0,05)$ л/хв/м² (що відповідає гіпокінетичному ТК) ($p < 0,05$), тобто відбулася трансформація еукінетичного ТК в гіпокінетичний ТК. Аналіз персональних величин СІ і співвід-



ношень ТК серед спринтерів показав, що в підготовчому періоді співвідношення ТК становило: 34,3:45,7:20 %, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, а в змагальному періоді – 74,3:25,7:0 %, тобто одержані відсоткові співвідношення підтверджують середні величини про превалювання в підготовчому періоді еукінетичного ТК, а в змагальному – економічно вигідного гіпокінетичного ТК і відсутності спортсменів з гіперкінетичним ТК.

Таким чином, під впливом тренувальних навантажень упродовж 9–10 місяців тренувальних занять 6–8 разів протягом тижневого циклу у висококваліфікованих спортсменів і 5–6 занять на тиждень у спортсменів II–III розрядів відбулася сприятлива трансформація гіперкінетичного ТК в еукінетичний, а еукінетичного ТК в гіпокінетичний ТК.

Крім того, в змагальному періоді відбулося достовірне збільшення відносної величини фізичної працездатності – $PWC_{170}/кг$ на 11,22 % з $(17,65 \pm 0,56)$ до $(19,81 \pm 0,56)$ $кгм/хв/кг$ ($p < 0,05$), а також величини ІФС із $(6,600 \pm 0,24)$ до $(7,808 \pm 0,34)$ відн. од. ($p < 0,05$). Згідно з нашою класифікацією [12] ці величини в підготовчому періоді відповідали "низькій" оцінці, а в змагальному – "нижче від середньої". Персональні результати величини ІФС показали, що в підготовчому періоді було 14 осіб (40 %) з "низькою" оцінкою, 16 (46 %) з "нижче від середньої" і 5 спортсменів (14 %) із "середньою" оцінкою. У змагальному періоді відбулося зменшення кількості спортсменів з "низькою" оцінкою і їх стало 11 осіб (31 %), і "нижче від середньої" до 9-ти (26 %), а також збільшення до 9 осіб (26 %) із "середньою" оцінкою. Крім того, у 5 спортсменів (14 %) була оцінка "вище від середньої" і один (3 %) з "високою" оцінкою.

Особливий інтерес становлять дані кореляційного аналізу досліджуваних показників в різні періоди тренувальної діяльності. У підготовчому періоді виявлено негативний зв'язок між $PWC_{170}/кг$ і CI , $r = -0,53$ ($p < 0,05$), а також ІФС і CI , $r = -0,52$ ($p < 0,05$). У змагальному періоді зберігається аналогічний взаємозв'язок між цими показниками на рівні $r = -0,38$ ($p < 0,05$) і $r = -0,38$ ($p < 0,05$) відповідно. Одержані дані кореляційного аналізу підтверджують відомі зв'язки, що свідчать про те, що в міру збільшення фізичної працездатності спортсменів та їх функціонального стану відбувається зниження серцевого індексу до величин, що відповідають

найбільш економічно вигідному для серцево-судинної системи гіпокінетичному ТК.

Для з'ясування роздільного впливу тренувальних навантажень на спортсменів високого класу (МСМК, МС, КМС, I-й розряд, $n = 26$) і на спортсменів II–III розрядів ($n = 9$) ми провели порівняння досліджуваних показників від підготовчого до змагального періоду.

Порівняння величин ВСР у спортсменів високого класу показало незначні зрушення з боку часових і частотних показників. Насамперед відбулося недостовірне збільшення показника Mo з $(0,898 \pm 0,003)$ до $(0,931 \pm 0,003)$ с ($p > 0,05$) і показника HF з $(293,9 \pm 29,92)$ до $(351,7 \pm 44,06)$ $мс^2$, ($p > 0,05$), а також деяке зменшення індексу LF/HF з $(1,68 \pm 0,19)$ до $(1,48 \pm 0,17)$ ум.од. ($p > 0,05$) і зменшення ЧСС з $(58,3 \pm 1,77)$ до $(57,4 \pm 2,05)$ уд/хв ($p > 0,05$). Незважаючи на те, що одержані зрушення ВСР мали недостовірний характер, можна сказати, що у спортсменів високого класу відбулося деяке посилення парасимпатичних впливів АНС.

Особливий інтерес становлять дані порівняння показників центральної гемодинаміки. Так, середня величина CI в підготовчому періоді у спортсменів високого класу становила $(2,767 \pm 0,07)$ $л/хв/м^2$ і відповідала еукінетичному ТК, а в змагальному періоді $(2,660 \pm 0,05)$ $л/хв/м^2$ ($p > 0,05$), що відповідає гіпокінетичному ТК. Відсоткове співвідношення ТК у підготовчому періоді мало вигляд: 42,3:50,0:7,7 %, а в змагальному – 77,4:22,6:0 % відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, тобто відсоткове співвідношення ТК підтверджує середні величини, які свідчать про переважання в підготовчому періоді еукінетичного ТК, а в змагальному – гіпокінетичного ТК з відсутністю спортсменів, які мають гіперкінетичний ТК. З боку середніх величин ЗПОС і ППО у спортсменів були відсутні достовірні відмінності. Динаміка стосувалася також показників фізичної працездатності і ІФС. У спортсменів високого класу величина $PWC_{170}/кг$ в підготовчому періоді становила в середньому $(18,55 \pm 0,57)$, а в змагальному – $(20,45 \pm 0,62)$ $кгм/хв/кг$ ($p < 0,05$) (збільшення на 10,24 %). Також відбулося достовірне збільшення ІФС з $(6,910 \pm 0,26)$ до $(8,202 \pm 0,35)$ відн. од. ($p < 0,05$), причому якщо в підготовчому періоді середня величина ІФС відповідала оцінці "нижче від середньої", то в змагальному – "середній".

Індивідуальна оцінка ІФС в підготовчому періоді показала, що з "низькою" оцінкою було



8 спортсменів (30,8 %), з "нижче від середньої" – 14 (53,8 %) і з "середньою" – 4 спортсмени (15,4 %). У змагальному періоді відповідно 5 (19,2 %), 8 (30,8 %), 8 (30,8 %) і ще у 5 спортсменів (19,2 %) була оцінка "вище від середньої". Таким чином, у спортсменів високого класу в змагальному періоді відбулося достовірне збільшення фізичної працездатності, зменшення числа спортсменів з "низькою" і "нижче від середньої" оцінкою з 22 до 13 спортсменів, збільшення в 2 рази із "середньою" оцінкою (30,8 %) і у 5 (19,2 %) спортсменів оцінка стала "вище від середньої".

У спортсменів кваліфікації II-III розряди також відбулися зміни досліджуваних показників у міру підвищення "спортивної форми" від підготовчого до змагального періоду. З боку часових показників ВСР відбулося недостовірне збільшення показника АМо з (28,506 ± 2,88) до (32,957 ± 4,03) % ($p > 0,05$), АМо/Д з (72,023 ± 14,05) до (101,415 ± 22,84) %/с ($p > 0,05$), ВПР – з (2,833 ± 0,41) до (3,268 ± 0,49) 1/с² ($p > 0,05$), ПАПР – з (33,711 ± 4,55) до (39,167 ± 5,91) %/с ($p > 0,05$), ІН – з (43,294 ± 10,27) до (61,400 ± 15,07) ум.од. ($p > 0,05$). Незважаючи на те, що ці зрушення ВСР мали недостовірний характер, відбулося деяке зниження парасимпатичних впливів АНС. Серед частотних показників ВСР відбулося також посилення симпатичних впливів АНС, що позначилося на достовірному збільшенні показника LF з (279,6 ± 26,55) до (430,1 ± 84,17) мс² ($p < 0,05$), LFn – з (44,7 ± 4,92) до (57,3 ± 4,99) % ($p < 0,05$) і співвідношення LF/HF – з (0,95 ± 0,19) до (1,63 ± 0,28) ум.од. ($p < 0,05$), а також зменшення показника HFn з (54,3 ± 4,92) до (41,7 ± 4,99) % ($p < 0,05$). Таким чином, часові і здебільшого частотні показники ВСР демонструють зниження парасимпатичних впливів АНС в змагальному порівняно з підготовчим періодом у спортсменів II-III розрядів.

З боку центральної гемодинаміки середня величина СІ в підготовчому періоді становила (3,309 ± 0,20) л/хв/м², а в змагальному достовірно знизилася до (2,824 ± 0,13) л/хв/м² ($p < 0,05$), що в обох випадках відповідає еукінетичному ТК. При цьому співвідношення ТК у першому випадку становило 11,1:33,3:55,6 % відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК і відповідало

переважанню гіперкінетичного ТК. У змагальному періоді це співвідношення стало мати вигляд 44,4:55,6:0 % відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, згідно з одержаними даними видно, що став переважати еукінетичний ТК з відсутністю спортсменів, які мають гіперкінетичний ТК.

Крім того, треба відзначити, що у спортсменів кваліфікації II-III розряди відбулися достовірні збільшення величини PWC₁₇₀/кг і ІФС. У підготовчому періоді середня величина PWC₁₇₀/кг становила (15,06 ± 1,07) кгм/хв/кг, а в змагальному (17,97 ± 1,09) кгм/хв/кг ($p < 0,05$) (збільшення на 11,93 %). ІФС також достовірно збільшився з (5,703 ± 0,47) відн. од. (оцінка "низька") до (7,189 ± 0,85) відн. од. ($p < 0,05$) – оцінка "нижче від середньої". Індивідуальний аналіз оцінки функціонального стану показав, що в підготовчому періоді було 6 (66,7 %) спортсменів з "низькою" оцінкою, 2 (22,2 %) з оцінкою "нижче від середньої" і 1 (11,1 %) спортсмен із "середньою" оцінкою. У змагальному періоді зменшилася кількість спортсменів з "низькою" оцінкою (3 особи, 33,3 %), збільшилася з 2 до 4 (44,5 %) осіб з оцінкою "нижче від середньої", 1 (11,1 %) людина із "середньою" оцінкою і 1 особа (11,1 %) з "високою" оцінкою.

Кореляційний зв'язок, проведений окремо за спортивною кваліфікацією, також мав свої особливості. У спортсменів високого класу в підготовчому періоді виявлений негативний взаємозв'язок між PWC₁₇₀/кг і СІ, $r = -0,43$ ($p < 0,05$), ІФС і СІ, $r = -0,41$ ($p < 0,05$), PWC₁₇₀/кг і ІН, $r = -0,36$ ($p < 0,05$), ІФС і ІН, $r = -0,40$ ($p < 0,05$). У змагальному періоді у них зберігся взаємозв'язок між PWC₁₇₀/кг і СІ, $r = -0,39$ ($p < 0,05$), а також між ІФС і СІ, $r = -0,56$ ($p < 0,05$). Таким чином, дані кореляційного аналізу свідчать про те, що в міру збільшення фізичної працездатності й ІФС відбувається зниження СІ до величин, відповідних гіпокінетичному ТК та ІН, до величин які свідчать про превалювання парасимпатичних впливів АНС.

У спортсменів II-III розрядів в підготовчому періоді також виявлений негативний взаємозв'язок між PWC₁₇₀/кг і СІ, $r = -0,34$ ($p < 0,05$), ІФС і СІ, $r = -0,44$ ($p < 0,05$), проте в змагальному періоді у цих спортсменів був відсутній достовірний кореляційний зв'язок між показниками.

вняно з підготовчим періодом відбулися деяке посилення парасимпатичних впливів АНС, трансформація еукінетичного в гіпокі-

Висновки

1. Загальні дані в групі спортсменів-спринтерів свідчать, що в змагальному порі-



нетичний ТК з відсутністю осіб з гіперкінетичним ТК, достовірне збільшення фізичної працездатності на 11,22 %, зменшення числа спортсменів з "низькою" і "нижче від середньої" оцінкою з 30 до 20, збільшення з 5 до 9 із "середньою" оцінкою, у 5 спортсменів стала оцінка "вище від середньої" і в одного "висока" оцінка функціонального стану.

2. У легкоатлетів високого класу в змагальному періоді відбулося деяке посилення парасимпатичної ланки АНС, превалювання гіпокінетичного ТК з відсутністю спортсменів, які мають гіперкінетичний ТК, достовірне збільшення фізичної працездатності на 10,24 %, зменшення числа спортсменів з "низькою" і "нижче від середньої" оцінкою (з 22 до 13), збільшення в 2 рази із "середньою" оцінкою і у 5-ти спортсменів оцінка функціонального стану стала "вище від середньої".

3. У легкоатлетів кваліфікації II–III розряду в змагальному періоді відбулося зниження парасимпатичних впливів АНС, превалювання спортсменів з еукінетичним ТК і відсутністю з гіперкінетичним, достовірне

збільшення фізичної працездатності на 11,93 %, зменшення числа спортсменів з "низькою" оцінкою функціонального стану з 6 до 3, збільшення з 2 до 4 спортсменів з оцінкою "нижче середньої", і в одного спортсмена стала "висока" оцінка функціонального стану.

4. Кореляційні зв'язки між інтегральними показниками демонструють взаємозв'язок, який свідчить про те, що в міру збільшення фізичної працездатності й ІФС спортсменів відбувається зниження СІ до величин, відповідних гіпокінетичному ТК, у спортсменів високого класу, крім того, знижується ІН до величин, характерних для превалювання парасимпатичної ланки АНС; у спортсменів II–III розрядів в змагальному періоді були відсутні кореляційні зв'язки.

5. Збільшення фізичної працездатності та функціонального стану спортсменів у змагальному періоді річного тренувального процесу сприяло поліпшенню спортивних результатів та підвищенню їх кваліфікації.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу тренувальних навантажень в річному циклі тренувального процесу на

показники варіабельності ритму серця, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності у представників інших видів легкої атлетики (біг на середні дистанції, стрибки, метання).

References (список літератури)

1. Baevsky RM. [Analysis of heart rate variability in space medicine]. *Human Physiology*. 2002;28(2):70–82.
2. Baevsky RM, Kirillov OI, Kletskin SZ. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical analysis of changes in heart rate during stress]. M.: Nauka Publ., 1984, 225 p.
3. Borovikov V. *STATISTICA: iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere. Dlya professionalov* [STATISTICA: the art of data analysis on the computer. For professionals]. SPb.: Peter, 2001, 656 p.
4. Gerasimov IG, Zaytsev IA, Tedeeva TA. [Individual reactions of the cardiovascular system in response to a physical impact]. *Human Physiology*. 1997;23(3):55–57.
5. Zhemaytite TsI, Varonetskias GA, Sokolov EN. [Interaction of the parasympathetic and sympathetic autonomic nervous system in the regulation of heart rate]. *Human Physiology*. 1985;11(3):448–452.
6. Zemtsovsky EV. *Sportivnaya kardiologiya* [Sports Cardiology]. SPb.: Hippocrates, 1995, 448 p.
7. Karpman VL. [Functional diagnostics in sports medicine]. *Clinical Medicine*. 1980;6:3–7.
8. Mikhalyuk EL. [Features research in sports medicine nowadays]. *Zaporozhye Medical Journal*. 2015;5(92):82–84.
9. Mikhalyuk EL, Didenko MV, Malakhova SM. [Features autonomic regulation of heart rate, central hemodynamics and physical performance in short-distance runners]. *Zaporozhye Medical Journal*. 2014;2:64–68.
10. Mutayeva ISh, Gizatullina ChA. [Way of individualization preparation of runners on short distances by taking into account the typological features of the circulation]. *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical training and sports*. 2012;3(24):111–119.



11. Oganov RG, Britov AN. [The differentiated approach to the development of physiological standards and its importance for preventive cardiology]. *Cardiology*. 1984;4:52–56.
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. Pushkar YuT, Bolshov VM, Elizarova NA. [Determination of cardiac output by tetrapolar rheography and methodological possibilities]. *Cardiology*. 1977;7:85–90.
14. Suslov FP, Sych VL, Shustin BN. *Sovremennaya sistema sportivnoy podgotovki* [The modern system of sports training]. M.: Publishing house "CAAM", 1995, 448 p.
15. Karpman VL, Belotserkovsky ZB, Gudkov IV. *Testirovaniye v sportivnoy meditsine* [Testing in sports medicine]. M.: FIS, 1988, 208 p.
16. [Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and Clinical use]. *Circulation*. 1996;93(5):1043–1065.
17. Kubiček WG, Patterson RP, Wetsol DA. [Impedance cardiography as a non-invasive method of monitoring function and other parameters of the cardiovascular system]. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1970;170:724–732.

(received 21.01.2016, published online 28.06.2016)

(одержано 21.01.2016, опубліковано 28.06.2016)

