

УДК 612.13:796.015.84]:796.422.12-071.2-055.2

ВЕГЕТАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ І ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ У ЛЕГКОАТЛЕТОК-СПРИНТЕРІВ

Михалюк Є.Л., Сиволап В.В., Ткаліч І.В., Чечель М.М.

Проведено комплексне обстеження та вивчення показників фізичного розвитку, варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності у 47-ми легкоатлеток-спринтерів, серед яких, 38 з кваліфікацією 1 розряд-КМС та 9 спортсменок рівня МС-МСМК. Вивчено вплив спортивної кваліфікації, оптимальних величин СІ, ЧСС, ІН та LF/HF на показники, що вивчалися, проведено кореляційний аналіз.

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

ВСТУП

Перспективним напрямком у спортивній медицині залишається оцінка функціональних можливостей спортсменів на основі реєстрації показників системи кровообігу. Подібна оцінка не може бути кінцевою без урахування, перш за все, спортивної кваліфікації на показники центральної гемодинаміки [1,8].

Легкоатлетичний біг на дистанції 100-400 м (спринт) відноситься до циклічної роботи максимальної потужності з переважним розвитком якості швидкості та сили [5].

Основні фактори, що приводять до зниження працездатності спринтера є локальна м'язова втома, яка зумовлена зменшенням внутрішньом'язових резервів енергетичних речовин та закисленням внутрішньом'язового середовища, внаслідок анаеробного утворення молочної кислоти. Тому великі за об'ємом та інтенсивністю тренувальні навантаження частіше є причиною використання адаптивного потенціалу організму спортсмена та розвитку стану дизадаптації, що може відбитися на показниках варіабельності серцевого ритму, що характеризує його тонус, особливості та ступені активності нервової та гуморальної регуляції, які віддзеркалюють адаптаційні резерви організму [2], а також на фізичній працездатності як на показникові здоров'я [4]. Так В.Виноградов [3] на невеликій групі спринтерів виявив збільшення активності парасимпатичного каналу регуляції під впливом комплексу спеціальних чинників

Є наукові роботи, що свідчать про взаємозв'язок між ступенем напруги механізмів вегетативної регуляції та параметрами гемодинаміки і показниками фізичної працездатності у представників циклічних видів спорту (лижники) у порівнянні з представниками ациклічних видів спорту (борці) [6]. Автори вважають, що отримані дані необхідні для правильного планування тренувального процесу, прогнозуванню досягнення оптимального рівня функціональної готовності, а саме: вищих спортивних результатів.

Роботи, що присвячені вивченню показників варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності легкоатлеток-спринтерів у доступній науковій спортивно-медичній літературі відсутні. Поодинокі роботи, з урахуванням власних досліджень авторів [7], поки що не можуть задовольнити потреби фахівців (тренери, лікарі, науковці та ін.), які займаються підготовкою сучасних бігунів на короткі дистанції, а саме: підвищенням функціонального стану найважливіших органів та систем.

Мета роботи – вивчення показників варіабельності серцевого ритму, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності легкоатлеток-спринтерів високого класу та визначення залежності показників, що вивчаються, від оптимальних величин центральної гемодинаміки та варіабельності серцевого ритму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Проведено комплексне обстеження, що включало визначення показників ВСР, центральної гемодинаміки та фізичної працездатності з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} у 47-ми легкоатлеток, що займаються бігом на короткі дистанції - спринтом, з них кваліфікації I розряд-КМС – 38 чоловік, середній вік $17,7 \pm 0,3$ років, стаж занять $3,7 \pm 0,2$ років та 9 спортсменів рівня МС-МСМК, середній вік $21,9 \pm 0,8$ років, стаж занять $7,2 \pm 1,6$ років.

Для аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використали математичні методи аналізу ВСР [2]. Виділили такі характеристики: мода (M_0 , с), амплітуда моди (AM_0 , %), варіаційний розмах (D , с). Розраховано ряд похідних показників: індекс вегетативної рівноваги (AM_0/D , %/с), вегетативний показник ритму ($ВПР$, $1/c^2$), показник адекватності процесів регуляції ($ПАПР$, %/с), індекс напруження ($ИН$, відн.од.). Аналіз та оцінка періодичних компонентів серцевого ритму проводилась шляхом дослідження спектральних показників автокореляційних функцій [11]: загальної потужності спектру TP (mc^2), потужності у діапазоні низьких LF (mc^2) та високих HF (mc^2) частот, LF і HF у нормалізованих одиницях (LFn , %, HF_n , %), співвідношення LF/HF (відн.од.). Центральна гемодинаміка вивчалася методом автоматизованої тетраполярної реографії за $W. Kubicek et al.$, (1970) в модифікації Ю.Т.Пушкаря зі співавт. (1970). Розраховано ударний і хвилинний об'єми серця ($УО$, $ХОК$), ударний і серцевий індекси ($УІ$, $СІ$), загальний та питомий периферійний опір судин ($ЗПОС$, $ППО$). Визначення фізичної працездатності проводилося за загальноприйнятою методикою на велоергометрі з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} [10] та з розрахунком відносної величини PWC_{170} , тобто $PWC_{170/кг}$.

Проведено порівняльний аналіз показників у легкоатлеток в залежності від типів кровообігу ($ТК$) ($СІ$ менше і більше $2,750$ л/хв/ m^2), від $ЧСС$ (менше 56 уд/хв і більше), від стану $ВСР$ ($ИН$ менше 80 відн.од. і більше), а також від величини індексу LF/HF (менше $1,0$ відн.од. і більше). Згідно класифікації [9] ми порівнювали показники, що вивчаються, у спортсменок, які мають гіпокінетичний $ТК$, що є економічно вигіднішим ($СІ$ менше $2,750$ л/хв/ m^2) зі спортсменками, які мають еу- і гіперкінетичний $ТК$ ($СІ$ більше $2,750$ л/хв/ m^2). Що стосується розподілу в залежності від величини $ЧСС$, то загальноприйнятим вважається положення про те, що

оптимальні величини ЧСС для осіб, які не займаються спортом складають 60 уд/хв. Оскільки контингент обстежених спортсменок складається з висококваліфікованих легкоатлеток з багаторічним стажем тренувань ми вважаємо логічним розподіл за ЧСС проводити на рівні 56 уд/хв., тобто менше 56 уд/хв. і більше. У роботі ми прийняли рахувати величини ІН, що перевищують 80 відн. од., як стан на межі зриву компенсації і розподіл проводити, відповідно на менше, ніж 80 відн. од. і більше 80 відн.од. Показник LF/HF є коефіцієнт симпато-вагального балансу і якщо він менше, ніж 1,0 відн. од., то баланс зміщений в бік парасимпатичної, а якщо більше 1,0 відн. од. – то симпатичної регуляції.

Одержаний цифровий матеріал оброблений статистично з використанням критерію t Ст'юдента. Усі дані представлені як $M \pm m$, статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$, проведено кореляційний аналіз.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

За кваліфікацією легкоатлетки були розділені на дві групи. У першій було 38 чоловік (І розряд-КМС), середній вік $17,7 \pm 0,3$ роки, стаж занять $3,7 \pm 0,2$ роки в другій - 9 чоловік (МС-МСМК), середній вік $21,9 \pm 0,8$ роки, стаж занять $7,2 \pm 1,6$ роки. Спортсменки кваліфікації І розряд-КМС були молодшими за віком ($p < 0,001$), мали менший стаж занять ($p < 0,001$), а за довжиною і масою тіла істотно не розрізнялися від легкоатлеток рівня МС-МСМК. За показниками ВСР у легкоатлеток кваліфікації І розряд-КМС наголошуються вищі цифри АМо на 16,7% ($p < 0,05$), АМо/Д на 37,9% ($p < 0,05$) та ІН на 39,5% ($p < 0,01$) у порівнянні з легкоатлетками рівня МС-МСМК, що свідчить про відносно переважання у перших симпатичних впливів ВНС. Показники центральної гемодинаміки вірогідно не відрізнялися у легкоатлеток рівня МС-МСМК та кваліфікації І розряд-КМС при цьому інтегральний показник – СІ становив, відповідно $2,841 \pm 0,270$ та $2,908 \pm 0,078$ л/хв/м² ($p > 0,05$). Процентне співвідношення ТК у легкоатлеток рівня МС-МСМК мало вигляд: 55,6%:22,2%:22,2%, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, а у легкоатлеток кваліфікації І розряд-КМС - 39,5%:47,4%:13,1%. Таким чином, у легкоатлеток кваліфікації І розряд-КМС частіше зустрічається еукінетичний ТК, а у МС-МСМК – гіпокінетичний ТК. Звертає на себе увагу достатньо високий відсоток спортсменок з гіперкінетичним ТК в обох групах. За величинами $PWC_{170/kg}$, порівнювальні групи спортсменів між собою вірогідно не відрізнялися та становили, відповідно $22,14 \pm 1,52$ та $19,97 \pm 0,98$ кгм/хв/кг ($p > 0,05$). Порівняльний аналіз показників, що вивчаються, в групах легкоатлеток, відмінних з величини СІ показав, що у спортсменок з гіпокінетичним ТК кваліфікації І розряд-КМС вірогідно менша ЧСС на 15,9% ($p < 0,001$), АМо на 18,7% ($p < 0,05$), ВПР на 28,9% ($p < 0,05$), ПАПР на 30,7% ($p < 0,01$) та УІ на 8,9% ($p < 0,05$), але більше Мо на 17,3% ($p < 0,01$), ЗПОС на 19,0% ($p < 0,001$) і ППО на 18,3% ($p < 0,001$), ніж у легкоатлеток з величиною СІ більше 2,750 л/хв/м². У легкоатлеток рівня МС-МСМК з гіпокінетичним ТК в порівнянні з легкоатлетками, які мають величину СІ більше 2,750 л/хв/м² менша ЧСС на 25,2% ($p < 0,01$), LF на 37,8% ($p < 0,05$), ПАПР на 32,9% ($p < 0,05$) та УІ на 17,7% ($p < 0,01$), але більше ЗПОС на 36,1% ($p < 0,05$) та ППО на 37,5% ($p < 0,05$). Таким чином, гіпокінетичний ТК у легкоатлеток-спринтерів обох

кваліфікаційних груп супроводжується зменшенням ЧСС, СІ, ПАПР та УІ, а також збільшенням периферичного опору. Одержані дані знаходять підтвердження при кореляційному аналізі. У легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС знайдений позитивний кореляційний взаємозв'язок між СІ та ЧСС, $r=0,67$ ($p<0,01$), СІ та ВПР, $r=0,56$ ($p<0,05$), а також негативний - між СІ та Мо, $r=-0,62$ ($p<0,05$), СІ та ЗПОС, $r=-0,77$ ($p<0,01$), СІ та ППО, $r=-0,79$ ($p<0,001$). Число вірогідних кореляційних зв'язків у МС-МСМК обмежене позитивним - між СІ та LFn, $r=0,99$ ($p<0,01$) і негативним - між СІ та HFn, $r=-0,99$ ($p<0,05$).

Проаналізовано залежність показників, що вивчаються, від ІН у легкоатлеток. У спортсменок кваліфікації I розряд-КМС, що мають показник ІН менше 80 відн.од. менша ЧСС на 16,9% ($p<0,001$), АМо на 29,9% ($p<0,001$), АМо/Д на 63,7% ($p<0,001$), ТР на 30,1% ($p<0,05$), ВПР на 59,1% ($p<0,001$), ПАПР на 40,9% ($p<0,001$) та СІ на 13,7% ($p<0,01$), але більше Мо на 17,4% ($p<0,01$), Д на 48,7% ($p<0,001$), ЗПОС на 10,4% ($p<0,05$) та ППО на 10,6% ($p<0,01$), ніж у легкоатлеток, що мають ІН більше 80 відн.од. У легкоатлеток рівня МС-МСМК з величиною ІН менше 80 відн.од. менша ЧСС на 23,9% ($p<0,05$), АМо на 33,9% ($p<0,01$), АМо/Д на 43,7% ($p<0,001$), LFn на 48,9% ($p<0,01$), ВПР на 36,7% ($p<0,05$) та ПАПР на 41,8% ($p<0,01$), ніж у спортсменок з ІН більше 80 відн.од. Таким чином, у легкоатлеток-спринтерів рівня МС-МСМК оптимальні цифри ІН асоціюються зі зниженням ЧСС і переважанням симпатичної іннервації ВНС. У спортсменок кваліфікації I розряд-КМС додатково ще знижується СІ, а також збільшується Мо, Д, ЗПОС та ППО. Це підтверджується позитивним кореляційним взаємозв'язком між ІН та ЧСС, $r=0,80$ ($p<0,001$), ІН та LFn, $r=0,58$ ($p<0,05$), а також негативним - між ІН та Мо, $r=-0,72$ ($p<0,01$), ІН та HFn, $r=-0,56$ ($p<0,05$). Число вірогідних взаємозв'язків у легкоатлеток рівня МС-МСМК обмежене позитивним між ІН та ТР, $r=0,99$ ($p<0,05$).

Аналіз залежності параметрів, що вивчаються, від показника LF/HF виявив у легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС, що мають індекс менше 1,0 відн.од., переважання тільки показника Д на 24,3% ($p<0,05$). У легкоатлеток рівня МС-МСМК з величиною LF/HF менше 1,0 відн.од. вірогідно менше УІ на 20,4% ($p<0,01$) та СІ на 33,3% ($p<0,05$), але більше ЗПОС на 34,6% ($p<0,05$) та ППО на 35,8% ($p<0,05$). Таким чином, у легкоатлеток-спринтерів зниження показника LF/HF супроводжується оптимальними зниженнями УІ, СІ та збільшеннями ЗПОС та ППО у МС-МСМК, а у легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС тільки збільшенням показника Д, який характеризує активність вагусної регуляції ритму серця, що знаходить підтвердження і при кореляційному аналізі. У легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС знайдений позитивний взаємозв'язок між LF/HF та ІН, $r=0,62$ ($p<0,05$), LF/HF та АМо/Д, $r=0,62$ ($p<0,05$) і негативний - між LF/HF та Д, $r=-0,57$ ($p<0,05$). Серед легкоатлеток рівня МС-МСМК вірогідних взаємозв'язків між показником LF/HF та іншими параметрами не встановлено.

Аналіз залежності показників, що вивчали, від ЧСС у легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС показав, що у спортсменок з ЧСС менше 56 уд/хв менше АМо на 24,8% ($p<0,05$), АМо/Д на 54,7% ($p<0,04$), ІН на 69,7% ($p<0,02$), ВПР на 54,3% ($p<0,025$), ПАПР на 49,4% ($p<0,004$), УІ на 12,2% ($p<0,05$) та СІ на 19,3% ($p<0,02$), але більше Мо на 31,5% ($p<0,0001$), HF на 44,3% ($p<0,006$) та ЗПОС на 15,3%

($p < 0,01$), ніж у легкоатлеток з ЧСС більше 56 уд/хв. У легкоатлеток рівня МС-МСМК з ЧСС менше 56 уд/хв більше ЗПОС на 49,9% ($p < 0,003$) та ППО на 45,7% ($p < 0,008$), ніж у легкоатлеток з ЧСС більше 56 уд/хв. Таким чином, у легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС зниження пульсу до 56 уд/хв та менше приводить до значних порушень у стані ВНС та центральної гемодинаміки, що проявляється зменшенням тонуусу симпатичної ланки ВНС, СІ а також збільшенню периферичного опору судин. У легкоатлеток рівня МС-МСМК зменшення пульсу приводить лише до збільшення периферичного опору (ЗПОС та ППО). У легкоатлеток кваліфікації I розряд-КМС кореляційний аналіз виявив позитивний взаємозв'язок між ЧСС та СІ, $r = 0,67$ ($p < 0,012$), ЧСС та АМо, $r = 0,63$ ($p < 0,020$), ЧСС та ІН, $r = 0,80$ ($p < 0,001$), ЧСС та ВІР, $r = 0,77$ ($p < 0,002$), ЧСС та ПАПР, $r = 0,87$ ($p < 0,0001$), а також негативний - між ЧСС та ЗПОС, $r = -0,65$ ($p < 0,016$), ЧСС та Мо, $r = -0,94$ ($p < 0,0001$), ЧСС та Д, $r = -0,69$ ($p < 0,008$). Помітно, що у легкоатлеток рівня МС-МСМК вірогідних кореляційних зв'язків між ЧСС та показниками, що вивчаються не встановлено.

ВИСНОВКИ

1. Легкоатлетки, що займаються бігом на 100-400 м рівня МС-МСМК не відрізнялися від спортсменок кваліфікації I розряд-КМС за даними довжини, маси тіла, показників центральної гемодинаміки, відносної величини фізичної працездатності, при цьому у них переважала парасимпатична ланка ВНС.
2. Гіпокінетичний ТК у легкоатлеток-спринтерів обох кваліфікаційних груп супроводжується переважанням парасимпатичних впливів ВНС та зменшенням ударного індексу.
3. Оптимальні величини ІН у легкоатлеток-спринтерів обох кваліфікаційних груп супроводжуються переважанням парасимпатичної ланки ВНС, більше вираженої у спортсменок кваліфікації I розряд-КМС, при цьому у них оптимально знижується СІ.
4. Оптимальні величини симпато-вагального індексу в легкоатлеток-спринтерів рівня МС-МСМК супроводжуються зниженням СІ, а у спортсменок кваліфікації I розряд-КМС – збільшенням варіаційного розмаху ВСР.
5. Зниження ЧСС до 56 уд/хв і менше у легкоатлеток-спринтерів рівня МС-МСМК супроводжується збільшенням периферичного опору судин тоді, як у спортсменок кваліфікації I розряд-КМС це приводить до переважання парасимпатичної ланки ВНС та оптимальному зниженню СІ, що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком між ЧСС та СІ, $r = 0,67$ ($p < 0,012$).

Перспективи подальших досліджень. Удосконалення комплексних методів дослідження серцево-судинної, вегетативної нервової системи та фізичної працездатності дозволить поглибити наші уявлення про впливи високих тренувальних навантажень на організм спортсменів.

Список литературы

1. Абзалов Р.А., Павлова О.И. Показатели ударного объема крови у спортсменов разного возраста и спортивной квалификации // Теория и практика физической культуры. 1997. -№4. –С.8-10.
2. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма в условиях космического полета // Физиология человека. 2002. –Т.28, №1. –С. 55-58.
3. Виноградов В. Комплексное применение вне тренировочных средств стимулирующего воздействия в соревновательном микроцикле подготовки легкоатлетов-спринтеров высшей квалификации //IV Міжн. наук. конгрес “Олімпійський спорт і спорт для всіх: проблеми здоров'я, рекреації, спортивної медицини та реабілітації” – Київ. -2000. –С.18.
4. Волков Н.И., Олейников В.И. Применение препаратов креатина в целях повышения эффективности подготовки бегунов на короткие дистанции//Факторы, лимитирующие повышение работоспособности у спортсменов высокой квалификации. Сб. научн. трудов. –М. РИОЦОЛИФК, 1985. –С.210-219.
5. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. –Л., Медицина, 1989. -464 с.
6. Казин Э.М., Панферов В.А., Рифтин А.Д. и др. Опыт использования автоматизированных систем для оценки функциональных особенностей организма. Сообщение II. Показатели вегетативной регуляции у спортсменов различной специализации и уровня физической работоспособности организма // Физиология человека. -1991. –Т.17, №2. –С.135-140.
7. Михалюк Е.Л. Показатели центральной гемодинамики, физической работоспособности и вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-спринтеров// Актуальні питання медичної науки та практики: Збірник наукових праць ЗМАПО. –Запоріжжя, 2005. –Вип. 68. Кн. 2. –С.246-252.
8. Михалюк Е.Л., Бражніков А.М. Типи кровообігу у спортсменів // Матеріали XV зїзду Українського фізіологічного товариства. Фізіологічний журнал. -1998. –Т.44, №3. –С.272-273.
9. Оганов Р.Г., Бритов А.Н., Гундаров И.А. и др. Дифференцированный подход к разработке физиологических нормативов и его значение для профилактической кардиологии // Кардиология. -1984. -№4. –С. 52-56.
10. Тестирование в спортивной медицине /В.Л.Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. –М.: ФИС, 1988. -208 с.
11. Heart Rate Variability: Standarts of measurement, physiological interpretation and clinical use / Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pasing and Electrophysiology //Circulation. -1996. – Vol. 93. - №5. –P.1043-1065.

Михалюк Е.Л., Сыволап В.В., Ткалич И.В., Чечель Н.М. Вегетативное обеспечение центральной гемодинамики и физической работоспособности легкоатлеток-спринтеров // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 3. – С. 100-106.

Проведено комплексное обследование и изучение показателей физического развития, вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности у 47-ми легкоатлеток-спринтеров среди которых 38 человек, имеющих квалификацию 1 разряд-КМС и 9 спортсменок уровня МС-МСМК. Изучено влияние спортивной квалификации, оптимальных величин СИ, ЧСС, ИН и LF/HF на изучаемые показатели. Проведен корреляционный анализ.

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

Mikhalyuk E.L., Syvolap V.V., Tkalych I.V., Chechel N.M. Vegetative suppling of central hemodynamics and physical capacity for work in female track and field athletes-sprinters // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 3. – P. 100-106.

Comprehensive examination and study of physical development, heart rate variability, central hemodynamics and physical capacity for work indices have been conducted in 47 female track and field athletes-sprinters, 38 of them having the gualification of 1 category-CMS and 9 sportswomen are MS-MSIC

level. The influence of sporting qualification, optimum values of CI, CCR, EI and LF/HF on the indices studied was investigated. Correlative analysis was carried out.

Key words: female track and field athletes-sprinters, heart rate variability, central hemodynamics, physical capacity for work, correlation.

Пост упила в редакцію 09.12.2008 г.