

Центральна гемодинаміка, варіабельність серцевого ритму та фізична працездатність у спортсменів високого класу, що розвивають фізичні якості швидкості й сили

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

Запорізький державний медичний університет

Анотація:

Встановлено оптимальні величини серцевого індексу, індексу напруження, симпатовагального індексу та частоти серцевих скорочень у легкоатлетів-спринтерів в залежності від рівня спортивної кваліфікації. Визначено показники центральної гемодинаміки, фізичної працездатності з використанням субмаксимального тесту PWC₁₇₀ у 74-х легкоатлетів-спринтерів. З них кваліфікації I розряд і кандидати у майстри спорту – 55 чоловік. Середній вік – 21,3±0,4 років. Стаж занять – 4,8±0,3 років. Також 19 спортсменів рівня майстер спорту і майстер спорту міжнародного класу: середній вік 25,4±0,8 років і стаж занять 11,7±1,3 років.

Михалюк Е.Л., Сыволап В.В., Ткалич И.В., Чечель Н.М. Центральная гемодинамика, вариабельность, сердечного ритма и физическая работоспособность у спортсменов высокого класса, развивающих физические качества быстроты и силы. Установлены оптимальные величины сердечного индекса, индекса напряжения, симпатовагального индекса и частоты сердечных сокращений у легкоатлетов-спринтеров в зависимости от уровня спортивной квалификации. Определены показатели центральной гемодинамики, физической трудоспособности с использованием субмаксимального теста PWC₁₇₀ в 74-х легкоатлетов-спринтеров. Из них квалификации I разряд и кандидаты в мастера спорта – 55 человек. Средний возраст – 21,3±0,4 лет. Стаж занятий – 4,8±0,3 лет. Также 19 спортсменов уровня мастер спорта и мастер спорта международного класса: средний возраст 25,4±0,8 лет и стаж занятий 11,7±1,3 лет.

Mikhalyuk E.L., Syvolap V.V., Tkachik I.V., Chechel N.M. Central hemodynamics, variability, cardiac rhythm and physical capacity for the sportsmen of high class, developing physical qualities of quickness and force. The optimum sizes of cardiac index are set, index of tension, sympathovagal index and frequency of heart-throbs for athletes-sprinters depending on the level of sporting qualification. The indexes of central hemodynamics are certain, to physical ability to work with the use of submaximal test of PWC₁₇₀ in 74th athletes-sprinters. From them qualifications the first digit and candidates in masters of sport is 55 persons. Middle age – 21,3±0,4 years. Experience of employments – 4,8±0,3 years. Also 19 sportsmen of level sport master and master of sport of international class: middle age 25,4±0,8 years and experience of employments 11,7±1,3 years.

Ключові слова:

легкоатлети-спринтери, центральна гемодинаміка, варіабельність серцевого ритму, фізична працездатність, кореляція.

легкоатлеты-спринтеры, центральная гемодинамика, вариабельность сердечного ритма, физическая работоспособность, корреляция.

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

Вступ.

Легкоатлетичний біг на дистанції 100-400 м (спринт) відноситься до циклічної роботи максимальної потужності з переважним розвитком якості швидкості та сили [3].

Відомо, що до зниження працездатності легкоатлета-спринтера приводить локальна м'язова втома, яка зумовлена зменшенням внутрішньом'язових резервів енергетичних речовин та закисненням внутрішньом'язового середовища, внаслідок анаеробного утворення молочної кислоти. Тому великі за об'ємом та інтенсивністю тренувальні й змагальні 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 ступеня активності нервової та гуморальної регуляції, які віддзеркалюють адаптаційні резерви організму [1], а також на фізичній працездатності, як на показникові здоров'я [2].

Є.М.Казін зі співавт. [4], визначили взаємозв'язок між ступенем напруги механізмів вегетативної регуляції та параметрами центральної гемодинаміки і показниками фізичної працездатності у лижників, що розвивають витривалість, у порівнянні з борцями, що розвивають якості спритності, швидкості та сили.

Роботи, що присвячені вивченню показників центральної гемодинаміки, варіабельності серцевого ритму та фізичної працездатності у легкоатлетів-спринтерів по суті відсутні. Поодинокі роботи, з ура-

хуванням власних досліджень авторів [5], поки що не можуть задовольнити потреби фахівців, що займаються підготовкою сучасних бігунів на короткі дистанції, а саме: підвищенням їх функціонального стану найважливіших органів та систем.

Робота виконана відповідно плану НДР кафедри фізичної реабілітації та спортивної медицини з курсом фізичного виховання та здоров'я Запорізького державного медичного університету.

Мета, завдання роботи, матеріал і методи.

Мета роботи – встановити оптимальні величини серцевого індексу, індексу напруження, симпатовагального індексу та ЧСС у легкоатлетів-спринтерів в залежності від рівня спортивної кваліфікації.

Матеріали та методи дослідження. Проведено комплексне обстеження, що включало визначення показників центральної гемодинаміки, ВСР та фізичної працездатності з використанням субмаксимального тесту PWC₁₇₀ у 74-х легкоатлетів-спринтерів, з них кваліфікації I розряд-КМС – 55 чоловік, середній вік 21,3±0,4 років, стаж занять 4,8±0,3 років і 19 спортсменів рівня МС-МСМК, середній вік 25,4±0,8 років, стаж занять 11,7±1,3 років.

Центральна гемодинаміка вивчалася методом автоматизованої тетраполярої 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 питоми периферійний опір судин (ЗПОС, ППО).

Для аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використали математичні методи аналізу

ВСР [1]. Виділили наступні характеристики: мода (Мо, с), амплітуда моди (АМо, %), варіаційний розмах (Д, с). Разраховано ряд похідних показників: індекс вегетативної рівноваги (АМо/Д, %/с), вегетативний показник ритму (ВПР, $1/c^2$), показник адекватності процесів регуляції (ПАПР, %/с), індекс напруження (ІН, відн.од.). Аналіз та оцінка періодичних компонентів серцевого ритму проводилася шляхом дослідження спектральних показників автокореляційних функцій [8]: загальної потужності спектру ТР (mc^2), потужності у діапазоні низьких LF (mc^2) та високих HF (mc^2) частот, LF і HF у нормалізованих одиницях (LFn, %, HFn, %), співвідношення LF/HF (відн.од.).

Визначення фізичної працездатності проводилося за загальноприйнятою методикою на велоергометрі з використанням субмаксимального тесту PWC_{170} [7] та з розрахунком відносної величини PWC_{170} , тобто $PWC_{170/kg}$.

Проведено порівняльний аналіз показників в спортсменів у залежності від типів кровообігу (ТК) (СІ менше і більше $2,750 \text{ л/хв/м}^2$), від ЧСС (менше 56 уд/хв і більше), від стану ВСР (ІН менше 80 відн.од. і більше), а також від величини індексу LF/HF (менше 1,0 відн. од. і більше). Згідно класифікації [6] ми порівнювали показники, що вивчаються, у спортсменів, які мають гіпокінетичний ТК, що є економічно вигіднішим (СІ менше $2,750 \text{ л/хв/м}^2$) зі спортсменами, які мають еу- і гіперкінетичний ТК (СІ більше $2,750 \text{ л/хв/м}^2$). 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 спортсменів складався з висококваліфікованих легкоатлетів 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 симпат-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. Всі дані представлені як $M \pm m$, статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$, проведено кореляційний аналіз.

Результати дослідження та їх обговорення.

З метою з'ясування залежності показників, що вивчаються, від спортивної кваліфікації нами порівнювалися дані, одержані у 55-ти легкоатлетів кваліфікації І розряд-КМС з даними 19-ти легкоатлетів рівня МС-МСМК. Легкоатлети-спринтери кваліфікації І розряд-КМС були молодшими за віком ($p < 0,001$), мали менший стаж ($p < 0,001$), довжину ($p < 0,01$) і масу тіла ($p < 0,001$), ніж легкоатлети рівня МС-МСМК. Таким чином, у легкоатлетів-спринтерів рівня МС-МСМК більші антропометричні показники, ніж у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС. Фізична працездатність у легкоатлетів рівня МС-МСМК була на 15,1% ($p < 0,05$) більша, ніж у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС та складала, відповідно $24,69 \pm 1,53$ і $20,97 \pm 0,58 \text{ кгм/хв/кг}$. Порівняння параметрів ВСР показало, що у

спринтерів кваліфікації І розряд-КМС менше АМо на 28,3% ($p < 0,05$), ПАПР на 28,3% ($p < 0,05$), ІН на 33,3% ($p < 0,05$) і ТР на 28,1% ($p < 0,05$), але більше Д на 33,3% ($p < 0,01$), ніж у легкоатлетів рівня МС-МСМК. За іншими показниками ВСР вірогідних відмінностей не знайдено. Одержані дані свідчать про переважання парасимпатичної ланки ВНС у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС.

Порівняння показників центральної гемодинаміки демонструє відсутність вірогідних відмінностей у спринтерів рівня МС-МСМК та І розряд-КМС. Так, величини СІ у них становили, відповідно $2,621 \pm 0,063$ та $2,708 \pm 0,052 \text{ л/хв/м}^2$. Це знаходить підтвердження при аналізі процентного співвідношення ТК, яке у легкоатлетів рівня МС-МСМК мало вигляд: 73,7%:26,3%:0%, відповідно гіпо-, еу- і гіперкінетичний ТК, а у легкоатлетів-спринтерів кваліфікації І розряд-КМС – 54,6%:43,6%:1,8%. Таким чином, у легкоатлетів-спринтерів рівня МС-МСМК та кваліфікації І розряд-КМС частіше зустрічається гіпокінетичний ТК. За даними ЧСС порівнювальні групи спортсменів також не мали вірогідних розходжень і у легкоатлетів рівня МС-МСМК складала $61,4 \pm 1,8$, а у спортсменів кваліфікації І розряд-КМС – $60,9 \pm 1,1 \text{ уд/хв}$ ($p > 0,05$).

Порівняльний аналіз показників, що вивчаються у групах легкоатлетів, відмінних за величиною СІ показав, що у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС з гіпокінетичним ТК вірогідно менша ЧСС на 13,5% ($p < 0,001$), АМо/Д на 71,2% ($p < 0,05$), ІН на 38,5% ($p < 0,05$), LF на 40,2% ($p < 0,01$), LFn на 27,8% ($p < 0,01$), LF/HF на 49,9% ($p < 0,01$), ВПР на 54,5% ($p < 0,01$), ПАПР на 30,5% ($p < 0,01$) і УІ на 6,7% ($p < 0,01$), але більше Мо на 12,3% ($p < 0,01$), HFn на 34,5% ($p < 0,01$), ЗПОС на 17,6% ($p < 0,001$) та ППО на 16,9% ($p < 0,001$), ніж у легкоатлетів з величиною СІ більше $2,750 \text{ л/хв/м}^2$. У спринтерів рівня МС-МСМК з гіпокінетичним ТК менша ЧСС на 12,0% ($p < 0,05$) і відношення LF/HF на 53,3% ($p < 0,05$), ніж у спортсменів з величиною СІ більше $2,750 \text{ л/хв/м}^2$. Таким чином, гіпокінетичний ТК у легкоатлетів-спринтерів кваліфікації І розряд-КМС супроводжується зниженням ЧСС і активності симпатичної ланки ВНС, а також збільшенням периферичного опору і тону парасимпатичної ланки ВНС. Це підтверджується прямим позитивним кореляційним взаємозв'язком між СІ та ІН, $r = 0,57$ ($p < 0,01$), СІ та LF/HF, $r = 0,47$ ($p < 0,05$), СІ та ПАПР, $r = 0,51$ ($p < 0,05$) і негативним – між СІ та Мо, $r = -0,65$ ($p < 0,01$), СІ та Д, $r = -0,52$ ($p < 0,05$), що одержані у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС. У спринтерів рівня МС-МСМК гіпокінетичний ТК забезпечується зниженням ЧСС і індексу LF/HF, при цьому показник СІ не корелював ні з одним із показників, що вивчалися.

Нами проаналізовано результати залежності показників, що вивчаються від величини ІН у легкоатлетів. Спринтери кваліфікації І розряд-КМС з ІН менше 80 відн.од. мають меншу ЧСС на 7,5% ($p < 0,05$), АМо на 45,7% ($p < 0,001$), АМо/Д на 84,9% ($p < 0,001$), LF/HF на 52,6% ($p < 0,01$), ВПР на 66,9% ($p < 0,001$), ПАПР на 49,7% ($p < 0,001$) та СІ на 10,1% ($p < 0,01$), але більше Мо на 8,1% ($p < 0,05$), Д на 50,8% ($p < 0,001$), HFn на 27,3% ($p < 0,05$) та ЗПОС на 10,2% ($p < 0,05$), ніж у спринтерів з ІН більше 80 відн.од. У спринтерів рівня МС-МСМК, що мають ІН менше 80 відн.од. менша ЧСС на 9,4% ($p < 0,05$), АМо на 51,2% ($p < 0,05$), АМо/Д

на 66,0% ($p < 0,01$), ВПР на 56,0% ($p < 0,01$) і ПАПР на 55,4% ($p < 0,01$), але більше Мо на 11,5% ($p < 0,01$) і Д на 57,3% ($p < 0,01$), ніж у спринтерів з величиною ІН більше 80 відн.од. Таким чином, у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС зниження показника ІН супроводжується зниженням ЧСС, СІ, симпатичної активності, а також збільшенням периферичного опору і тону парасимпатичної ланки ВНС, що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком між ІН та ЧСС, $r = 0,51$ ($p < 0,05$), ІН та СІ, $r = 0,57$ ($p < 0,01$) і негативним - між ІН та Д, $r = -0,65$ ($p < 0,01$). Оптимальні величини ІН у спринтерів рівня МС-МСМК супроводжуються зменшенням ЧСС, АМо, АМо/Д, ВПР, ПАПР і збільшенням Мо та Д.

Аналіз залежності показників, що вивчаються, від симпато-вагального індексу у спринтерів кваліфікації І розряд-КМС, що мають величину показника LF/HF менше 1,0 відн.од. виявив менші значення ЧСС на 8,0% ($p < 0,05$) і ТР на 32,7% ($p < 0,01$), але більше Мо на 10,1% ($p < 0,01$), ніж у спринтерів з величиною LF/HF більше 1,0 відн.од. У спринтерів рівня МС-МСМК, що мають показник LF/HF менше 1,0 відн.од. менша ЧСС на 8,7% ($p < 0,05$), АМо на 46,2% ($p < 0,05$), ТР на 53,0% ($p < 0,05$), LF на 48,5% ($p < 0,01$), LFn на 63,8% ($p < 0,001$) та ПАПР на 47,1% ($p < 0,05$), але більше HF на 73,2% ($p < 0,001$) та HFn на 63,5% ($p < 0,001$), ніж у спринтерів з величиною LF/HF більше 1,0 відн.од. Таким чином, у спринтерів обох кваліфікаційних груп зменшення індексу LF/HF супроводжується зниженням ЧСС і загальної потужності спектру. У спринтерів кваліфікації І розряд-КМС виявлений позитивний кореляційний зв'язок між LF/HF та ЧСС, $r = 0,44$ ($p < 0,05$), LF/HF та СІ, $r = 0,47$ ($p < 0,05$), LF/HF та ТР, $r = 0,47$ ($p < 0,05$).

Аналіз залежності показників, що вивчалися, від ЧСС у легкоатлетів-спринтерів кваліфікації І розряд-КМС, які мають ЧСС менше 56 уд/хв свідчить, що у них були менші показники ТР на 41,1% ($p < 0,013$), LF на 47,3% ($p < 0,02$) LFn на 35,7% ($p < 0,01$), LF/HF на 68,4% ($p < 0,011$), ПАПР на 33,5% ($p < 0,050$) та СІ на 22,8% ($p < 0,0001$), але більше Мо на 22,1% ($p < 0,0001$), Д на 27,4% ($p < 0,01$), HF на 41,5% ($p < 0,01$), HFn на 36,5% ($p < 0,006$), ЗПОС на 19,7% ($p < 0,0002$) та ППО на 20,1% ($p < 0,0001$), ніж у спринтерів з ЧСС більше 56 уд/хв. У спринтерів рівня МС-МСМК з ЧСС менше 56 уд/хв у порівнянні зі спринтерами, що мають ЧСС більше 56 уд/хв, менші величини LF на 75,8% ($p < 0,031$), LFn на 80,6% ($p < 0,02$) та СІ на 15,7% ($p < 0,009$), але більше Мо на 17,1% ($p < 0,008$), Д на 57,0% ($p < 0,050$), HF на 68,6% ($p < 0,01$), HFn на 61,9% ($p < 0,01$) та ППО на 13,7% ($p < 0,05$). Таким чином, у спринтерів обох кваліфікаційних груп нижча вихідна ЧСС асоціюється зі зниженням СІ, переважанням симпатичної активності, а також збільшенням тону парасимпатичної ланки ВНС та питомого периферичного опору. Отримані результати підтверджуються у легкоатлетів кваліфікації І розряд-КМС позитивним кореляційним зв'язком між ЧСС та СІ, $r = 0,85$ ($p < 0,0001$), ЧСС та ІН, $r = 0,51$ ($p < 0,032$), ЧСС та ТР, $r = 0,48$ ($p < 0,041$), ЧСС та LF, $r = 0,55$ ($p < 0,019$), а також негативним - між ЧСС та ЗПОС, $r = -0,52$ ($p < 0,025$), ЧСС та ППО, $r = -0,46$ ($p < 0,05$), ЧСС та Мо, $r = -0,82$ ($p < 0,0001$). У легкоатлетів рівня МС-МСМК виявлений негативний кореляційний зв'язок між ЧСС та Д, $r = -0,99$ ($p < 0,006$), ЧСС та HF, $r = -0,99$ ($p < 0,014$), а також позитивний - між ЧСС та LFn, $r = 0,99$ ($p < 0,042$).

Висновки.

1. У легкоатлетів-спринтерів рівня МС-МСМК у порівнянні зі спортсменами кваліфікації І розряд-КМС були більші антропометричні показники, відносна величина показника PWC_{170} на 15,1% ($p < 0,03$), переважання симпатичної ланки ВНС, але відсутні відмінності центральної гемодинаміки та співвідношення ТК.
2. Гіпокінетичний ТК у легкоатлетів-спринтерів кваліфікації І розряд-КМС асоціюється переважанням парасимпатичних впливів ВНС, що підтверджується кореляційним взаємозв'язком, а у легкоатлетів рівня МС-МСМК цей стан супроводжується зниженням ЧСС та симпато-вагального індексу.
3. Індекс напруження менший за 80 відн.од. у легкоатлетів-спринтерів рівня МС-МСМК та І розряд-КМС супроводжуються переважанням парасимпатичної ланки ВНС, а у спортсменів кваліфікації І розряд-КМС ще знижується СІ менше 2,750 л/хв/м², що підтверджується позитивним кореляційним зв'язком між ІН та СІ.
4. Оптимальні величини симпато-вагального індексу ($LF/HF < 1,0$) у легкоатлетів-спринтерів супроводжуються переважанням парасимпатичної ланки ВНС, більше вираженої у спортсменів рівня МС-МСМК.
5. Зниження ЧСС менше 56 уд/хв у легкоатлетів-спринтерів рівня МС-МСМК та І розряд-КМС супроводжується посиленням парасимпатичної ланки ВНС та зниженням СІ менше 2,750 л/хв/м².

Перспективи подальших досліджень. Результати проведеного дослідження наочно демонструють переваги комплексного вивчення показників ЦГ, ВСР та фізичної працездатності у спортсменів. Перспективи застосування аналогічних досліджень лежать у площині розділу спортивної медицини, що вивчає адаптаційні механізми серцево-судинної системи у спортсменів, які розвивають будь-які фізичні якості.

Література.

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма в условиях космического полета / Р.М. Баевский // Физиология человека, 2002. - Т.28, №1. - С. 55-58.
2. Волков Н.И. Применение препаратов креатина в целях повышения эффективности подготовки бегунов на короткие дистанции / Н.И. Волков, В.И. Олейников // Факторы, лимитирующие повышение работоспособности у спортсменов высокой квалификации. Сб. научн. трудов. - М. РИОГЦОЛИФК, 1985. - С.210-219.
3. Дембо А.Г. Спортивная кардиология: Руководство для врачей / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. - Л., Медицина, 1989. - 464 с.
4. Казин Э.М. Опыт использования автоматизированных систем для оценки функциональных особенностей организма. Сообщение II. Показатели вегетативной регуляции у спортсменов различной специализации и уровня физической работоспособности организма / Э.М. Казин, В.А. Панферов, А.Д. Рифтин. // Физиология человека, 1991. - Т.17, №2. - С.135-140.
5. Михалюк Е.Л. Показатели центральной гемодинамики, физической работоспособности и вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-спринтеров / Е.Л. Михалюк // Актуальні питання медичної науки та практики: Збірник наукових праць ЗМАПО. - Запоріжжя, 2005. - Вип.68, Кн.2. - С.246-252.
6. Оганов Р.Г. Дифференцированный подход к разработке физиологических нормативов и его значение для профилактической кардиологии / Р.Г. Оганов, А.Н. Бритов, И.А. Гундаров. // Кардиология. - 1984. - №4. - С. 52-56.
7. Тестирование в спортивной медицине / В.Л.Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. - М.: ФИС, 1988. - 208 с.
8. Heart Rate Variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. - 1996. - Vol. 93. - №5. - P.1043-1065.

Надійшла до редакції 12.05.2009р.

Михалюк Євген Леонідович, Сиволап Віталій Вікторович
Ткаліч Ігор В'ячеславович, Чельє Микола Михайлович
mikhalyuk@zsmu.zp.ua